VISIT…

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

[redacted]

Экз. №

ЗЕНИТНЫЙ РАКЕТНЫЙ КОМПЛЕКС БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ «СТРЕЛА-10»

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

Экз. №

ЗЕНИТНЫЙ РАКЕТНЫЙ КОМПЛЕКС БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ «СТРЕЛА-10»

Утвержден главнокомандующим Сухопутными войсками в качестве учебника для войск ПВО Сухопутных войск

МОСКВА
ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
1990

Редактор *И. И. Богдан*

Учебник предназначен для подготовки офицеров, сержантов и солдат, а также слушателей и курсантов вузов войск ПВО Сухопутных войск. Он может использоваться и другими специалистами, изучающими ЗРК «Стрела-10» всех модификаций, и не заменяет существующей нормативной и эксплуатационной документации.

Учебник разработан авторским коллективом в составе: генерал-лейтенант Б. К. Жданович — руководитель коллектива; генерал-майор В. А. Старун; полковники В. Н. Андрейченко, В. П. Куницин, Ю. П. Никипелов, В. П. Тришин, И. П. Шматко; подполковники Б. Н. Квашнин, Б. Н. Симочкин. Подготовил учебник к изданию полковник в отставке М. А. Моргунов.

Авторский коллектив выражает признательность офицерам войсковой части 55468 и Военной кафедры Донецкого политехнического института за объективные замечания, высказанные при рецензировании учебника.

Отзывы, замечания и пожелания по учебнику просьба направлять командиру войсковой части 25952-Б (г. Москва, К-160).

В книге пронумеровано всего 208 с.

РАЗДЕЛ I
ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Глава 1
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕНИТНОМ РАКЕТНОМ КОМПЛЕКСЕ «СТРЕЛА-10»

§ 1.1. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПЛЕКСА

Зенитный ракетный комплекс «Стрела-10» (индекс 9К35) предназначен для прикрытия боевых порядков подразделений мотострелкового (танкового) полка в подвижных формах боя и на марше от низколетящих целей воздушного противника.

В состав комплекса «Стрела-10» входят: боевые средства, средства технического обслуживания и учебно-тренировочные средства.

К боевым средствам комплекса относятся: боевые машины 9А34 и 9А35 (9А34М и 9А35М или 9А34М2 и 9А35М2); ракеты 9М37 (9М37М, 9М31М).

К средствам технического обслуживания комплекса относятся: контрольно-проверочная машина 9В839 (КПМ); машина технического обслуживания 9В915 (МТО); система внешнего электропитания 9И111.

Обучение и тренировка экипажей производятся на тренажере 9Ф624.

На учебных занятиях используются габаритно-весовые макеты 9Ф83, учебно-тренировочные ракеты 9Ф918М и учебно-действующие ракеты 9М37-УЧ. Для контроля за действиями оператора применяется аппаратура контроля оператора 9Ф75. Обучение командира боевой машины и оператора работе на 9С16 осуществляется с помощью тренажера 9Ф643.

На вооружении зенитного ракетного взвода состоят три боевые машины 9А34 (9А34М, 9А34М2) и одна боевая машина 9А35 (9А35М, 9А35М2).

Каждая боевая машина имеет четыре направляющих для установки ракет в контейнерах и боеукладку еще для четырех ракет в кормовой части. Таким образом, возимый боекомплект — 8 ракет 9М37 (9М37М). Дополнительно на боевой машине установлен пулемет ПКМБ с боекомплектом к нему 1000 патронов.

Боевые машины 9А34М (9А35М) отличаются от боевых машин 9А34 (9А35) наличием схем защиты аппаратуры оценки зоны от несинхронных импульсных помех и головки самонаведения ракеты 9М37М от организованных оптических помех.

На боевых машинах 9А34М2 (9А35М2) дополнительно установлены: аппаратура приема целеуказания (9В179); аппаратура реализации целеуказания (9В180); радиостанция Р-123М, что позволяет автоматизировать прием и реализацию целеуказания от пункта управления ПУ-12М.

Кроме того, на боевых машинах модификации М2 установлен дополнительный комплект плавсредств и ограждений.

Основные тактико-технические характеристики комплекса:

максимальная дальность поражения целей — 5000 м;

высота поражаемых целей — от 25 до 3500 м;

скорость поражаемых целей:

на встречных курсах — до 417 м/с (1500 км/ч);

на догонных курсах — до 306 м/с (1100 км/ч);

опознавание воздушных целей — на дальности до 12 км;

прием информации целеуказания от пунктов управления ПУ-12М — с искажением ее не более 1,5 град по азимуту при дальности до цели от 6000 до 25 000 м;

готовность к приему целеуказания с момента включения — не более 5 с;

время готовности ракеты к пуску:

при температуре не ниже минус 40° С — 5 с; в диапазоне температур от —40 до —50° С — 10 с;

время перевода пусковой установки из походного положения в боевое — не более 20 с;

время перезаряжания пусковой установки четырьмя ракетами — 3 мин;

время свертывания боевых средств комплекса с готовностью к маршу — 2—3 мин;

масса полностью укомплектованной БМ 9А35М2 с экипажем, с установкой 6П10М и боекомплектом к ней, с плавсредствами — (12 300±240) кг;

максимальная скорость передвижения БМ — 61,5 км/ч;

запас хода по топливу — 500 км;

скорость движения на плаву — 5—6 км/ч.

§ 1.2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ КОМПЛЕКСА

Боевые средства

Боевая машина 9А34М2 предназначена для временного хранения, транспортирования и пуска ракет. Боевая машина 9А35М2 (рис. 1.1) отличается от боевой машины 9А34М2 тем, что на ней установлен пассивный радиопелегатор 9С16.

Боевая машина представляет собой многоцелевой тягач, легкий, бронированный (МТ-ЛБ), на котором размещены (рис. 1.2): пусковая установка с четырьмя направляющими; электрический привод; аппаратура запуска 9В385М; средства прицеливания (ви-

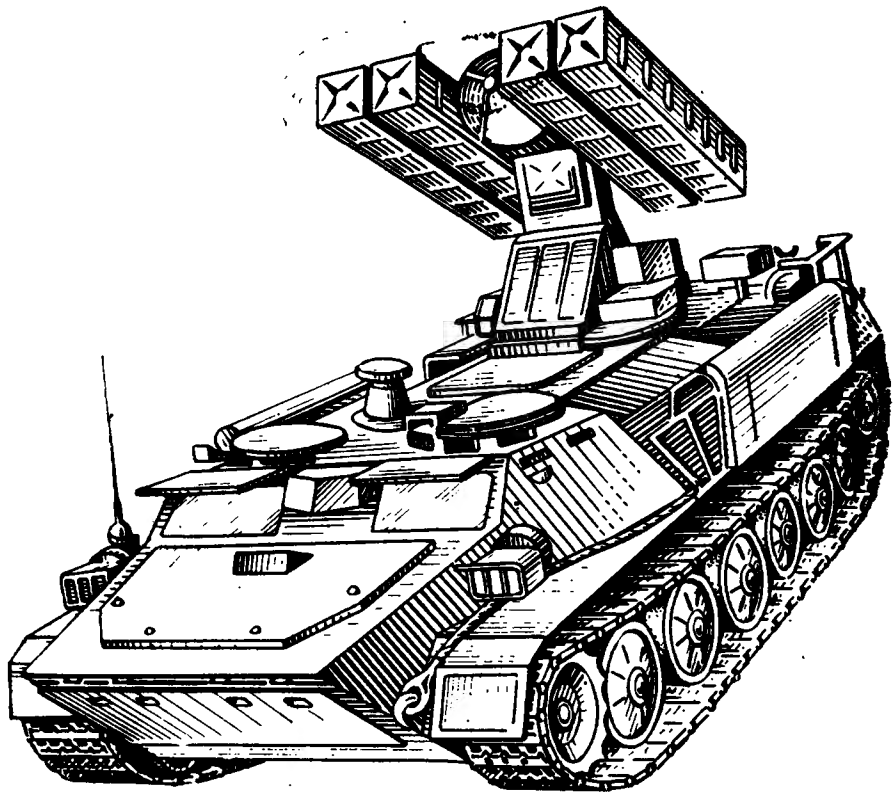


Рис. 1.1. Боевая машина 9А35М2

зир грубой наводки и оптический визир 9Ш127); пассивный радиопеленгатор 9С16; аппаратура оценки зоны 9С86; наземный радиолокационный запросчик 1РЛ246-10; средства связи и целеуказания (две радиостанции Р-123М, переговорное устройство Р-124, аппаратура приема целеуказаний 9В179, аппаратура реализации целеуказаний 9В180, блок вращающегося трансформатора, танковая навигационная аппаратура ТНА-3, указатель азимута и ракетница с набором ракет); электрооборудование; дополнительное оборудование и ЗИП.

Ракета 9М37М предназначена для поражения низколетящих воздушных целей и состоит из контейнера и собственно ракеты.

Контейнер выполняет функции направляющей при пуске ракеты, а также защищает ракету от механических повреждений и атмосферных воздействий.

Средства технического обслуживания

Контрольно-проверочная машина 9В839 предназначена для допускового контроля основных параметров ракет 9М31М, 9М37, 9М37М и 9Ф918М при обслуживании их в войсках, на базах и в арсеналах.

Вся аппаратура размещена на шасси автомобиля ГАЗ-66. Расчет контрольно-проверочной машины — четыре человека: номер 1 — старший оператор; номер 2 — оператор; номер 3 — оператор; номер 4 — водитель.

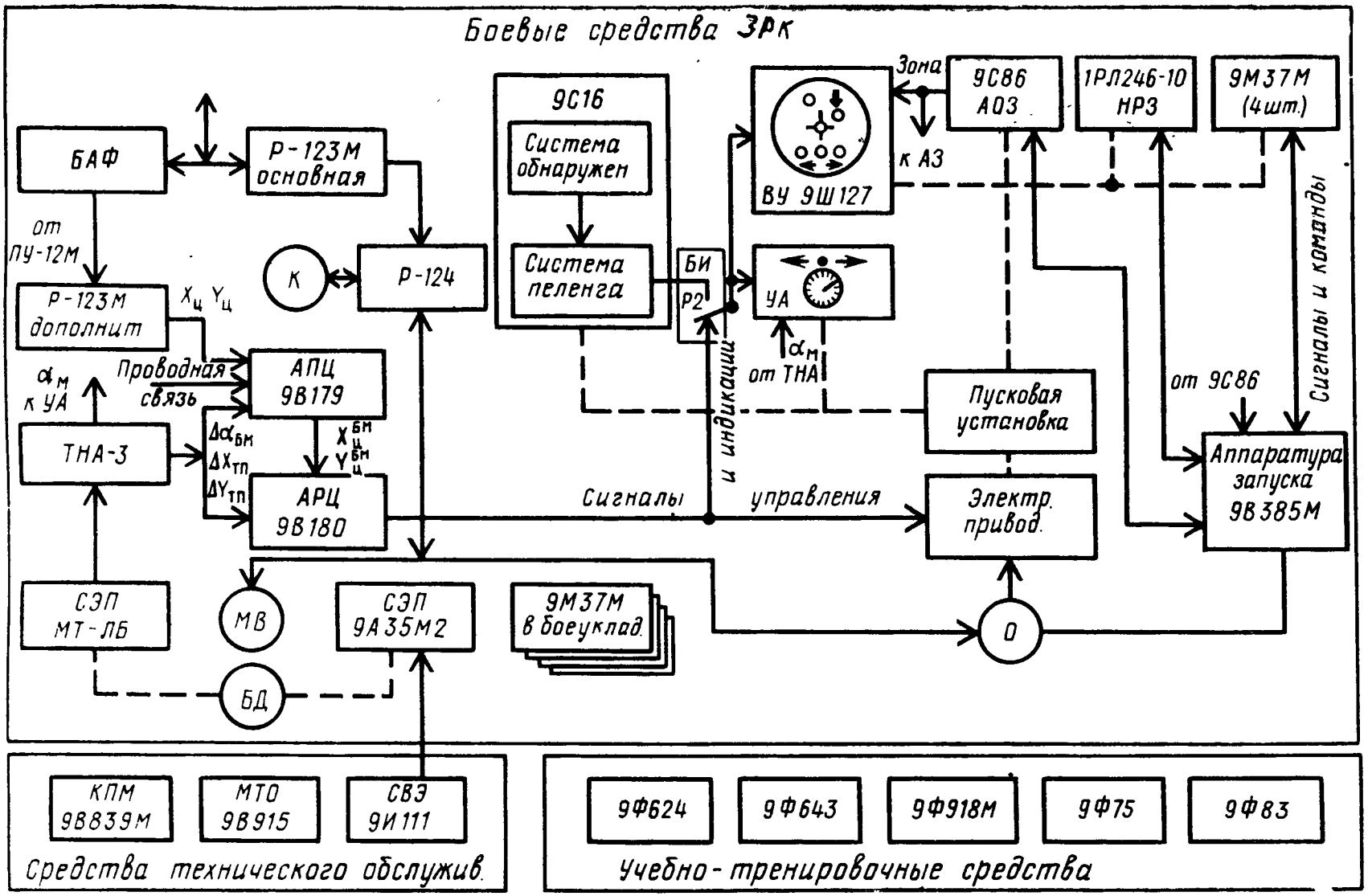


Рис. 1.2. Структурная схема комплекса «Стрела-10»

За час работы можно проверить 9—12 ракет. Организационно контрольно-проверочная машина находится в отдельном ремонтно-восстановительном батальоне мотострелковой (танковой) дивизии.

Машина технического обслуживания 9В915 предназначена для проведения технического обслуживания, текущего ремонта и проверки после ремонта аппаратуры и оборудования боевых машин. Смонтирована на автомобиле ГАЗ-66 и состоит: из специальной контрольно-проверочной аппаратуры; возимого группового ЗИП изделия 9А35М2; стандартных контрольно-измерительных приборов (осциллографа С1-64, генераторов Г4-91 и Г5-63, вольтметра В7-22А, мегаомметра М4100/4, комбинированного прибора Ц4353); источников питания; оборудования, обеспечивающего нормальное функционирование МТО и жизнедеятельность расчета; вспомогательного оборудования и технической документации.

Система внешнего электропитания 9И111 предназначена для обеспечения электроэнергией боевых машин всех модификаций комплекса при проведении технического обслуживания и боевой работы на стационарных позициях. К 9И111 можно одновременно подключить четыре боевых машины. Буксируется 9И111 машиной технического обслуживания. Длина силовых кабелей позволяет подключать боевые машины, расположенные на расстоянии до 30 м.

Учебно-тренировочные средства

Унифицированный тренажер 9Ф624 (рис. 1.3) предназначен для первоначального обучения и повседневной тренировки операторов ЗРК БД (9К31М, 9К32М, 9К34 и 9К35). В процессе тренировки операторы приобретают навыки в поиске цели, распознавании ее типа и визуальном определении параметров движения цели (дальности, курса, скорости, высоты, параметра). Кроме того, обеспечивается обучение захвату и сопровождению маневрирующей цели.

Учебно-действующая ракета 9М37-УЧ и учебно-тренировочная ракета 9Ф918М предназначены для тренировки расчетов по реальным целям. Отличаются от боевых ракет отсутствием реальных боевых частей, двигательных установок и запальных цепей. **Габаритно-весовые макеты 9Ф83** обеспечивают необходимые габариты и нагрузки для работы с электрическим приводом наведения и перевода.

Аппаратура контроля оператора 9Ф75 (рис. 1.4) предназначена для контроля за действиями оператора при работе его на боевой машине. Контроль осуществляется визуально. В состав аппаратуры входят: блок визуального контроля; кабель № 1; комплект ЗИП и эксплуатационная документация.

Аппаратура 9Ф75 подключается к контрольному разъему релейного блока аппаратуры запуска 9В385М и позволяет с помощью индикационных устройств наблюдать прохождение сигналов, а

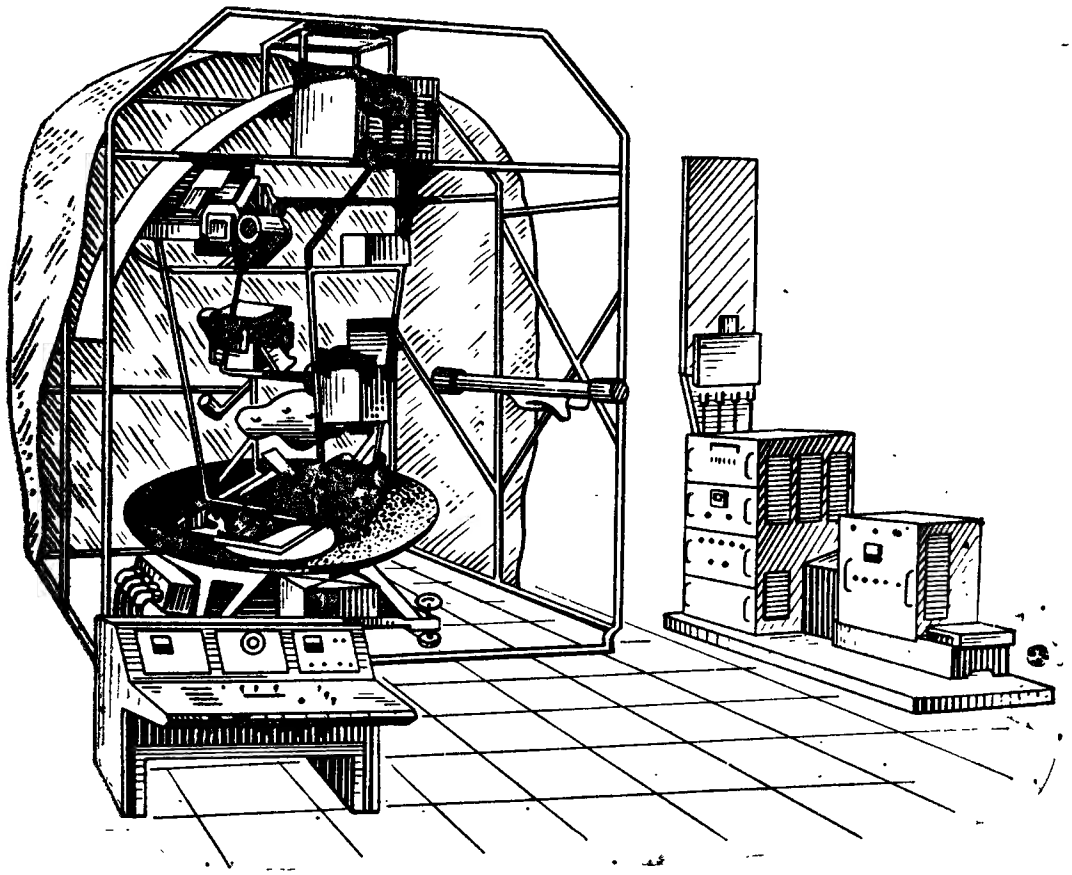


Рис. 1.3. Тренажер 9Ф624

также отсчитывать временные интервалы выполнения основных операций. Сигналы, для которых важна количественная оценка (углы упреждения), индицируются с помощью специальных стрелочных устройств.

Имитатор-тренажер 9Ф643 пассивного радиопеленгатора 9С16 предназначен для создания характерной радиофоновой обстановки в районе действия боевой машины 9А35М2 (9А35М). Обучение командира и оператора работе с пассивным радиопеленгатором 9С16 с помощью имитатора-тренажера 9Ф643 производится на стоянке. При этом имитатор-тренажер размещается внутри боевой машины и подключается к контрольным разъемам 9С16 и к СЭП боевой машины. В стационарных условиях питание имитатора-тренажера может осуществляться от постороннего источника постоянного тока напряжением 24 В.

Имитируются сигналы одной — четырех одновременно работающих наземных РЛС, находящихся в зоне приема пассивного радиопеленгатора 9С16, а также сигналы одной — трех бортовых РЛС воздушных целей, перемещающихся в пространстве как в зоне поражения 9К35М, так и вне ее.

Имитатор может работать в режимах имитации сигналов наземных РЛС, бортовых РЛС воздушных целей и бортовых РЛС воздушных целей на фоне имитации сигналов мешающих наземных РЛС.

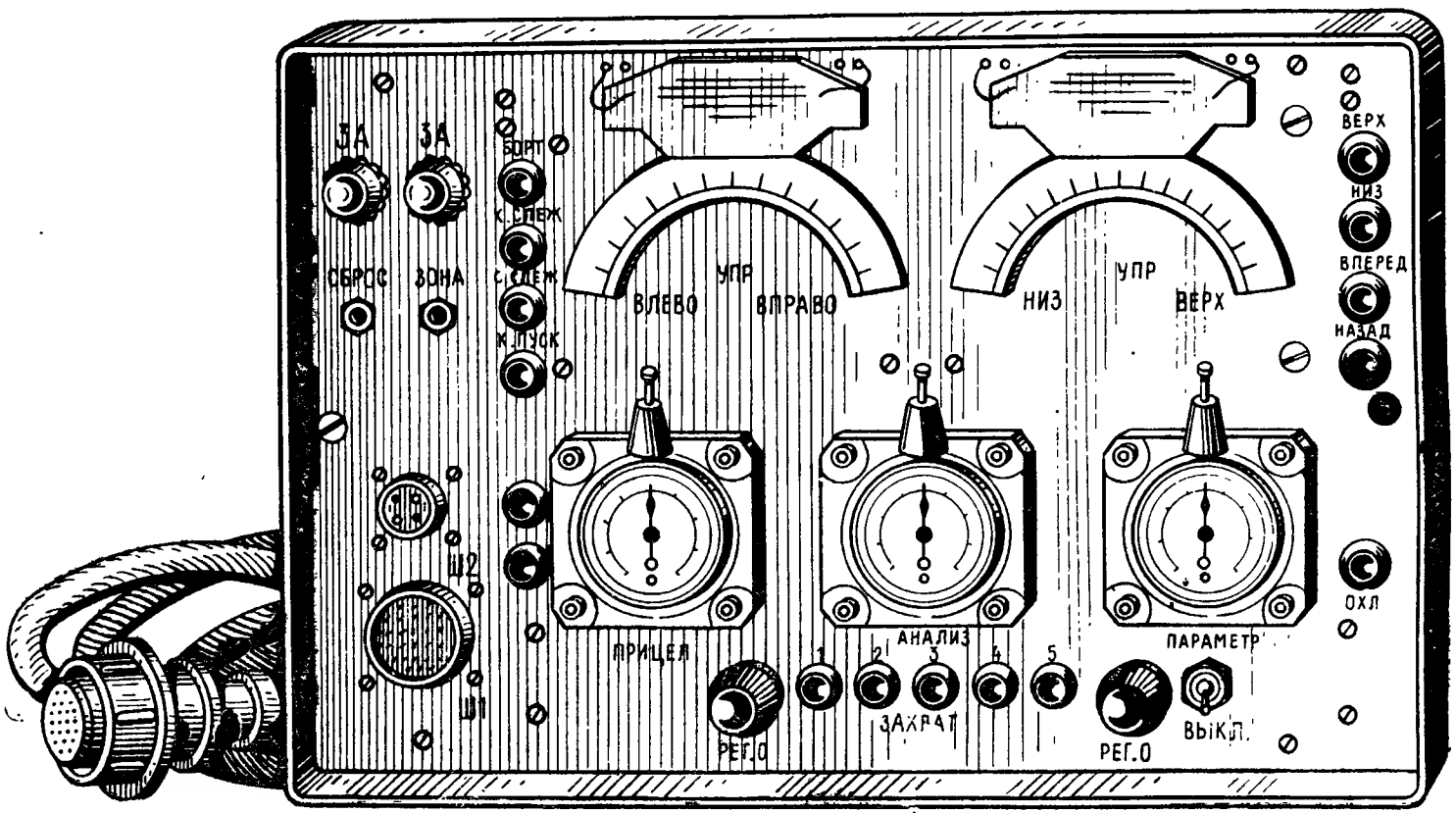


Рис. 1.4. Аппаратура контроля оператора

§ 1.3. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА «СТРЕЛА-10»

Боевые средства комплекса могут работать в режиме автоматизированного приема и реализации целеуказаний, а также в режиме автономного поиска и обнаружения цели с помощью пассивного радиопеленгатора 9С16 или по целеуказаниям.

Боевая работа может осуществляться только по визуально обнаруженным целям.

Режим автоматизированного приема и реализации целеуказаний

При подготовке комплекса к работе механик-водитель (МВ) пускает базовый двигатель (БД), который приводит в действие систему электропитания тягача (СЭП МТ-ЛБ) и пусковой установки (СЭП 9А35М2). В предвидении движения необходимо включить ТНА-3 (при боевой работе на месте ТНА-3 можно не включать). Не ранее чем через 6 мин после включения ТНА-3 подготовить к работе аппаратуру приема (9В179) и реализации (9В180) целеуказаний, а через 13 мин подготовить ТНА-3 к работе. После этого боевая машина может начинать движение.

При движении на АПЦ и АРЦ от ТНА-3 поступает информация о приращении координат ($\Delta X_{тп}$; $\Delta Y_{тп}$) и изменении дирекционного угла боевой машины ($\Lambda\alpha_{БМ}$).

Данные целеуказания телекодовой информацией от ПУ-12М поступают на АПЦ по радиоканалу через блок антенных фильтров (БАФ) и дополнительную Р-123М (или по проводному каналу) и представляют собой координаты цели относительно реперной точки.

В АПЦ происходит преобразование этих координат в координаты $X_{ц}^{БМ}$, $Y_{ц}^{БМ}$ относительно боевой машины, которые затем поступают в аппаратуру реализации целеуказаний (АРЦ 9В180), которая преобразует координаты цели относительно боевой машины из прямоугольной системы координат в полярную, суммирует их значение с дирекционным углом машины $\Lambda\alpha_{БМ}$ и вырабатывает сигналы управления на электрический привод для разворота башни на цель. Сигналы индикации поступают на индикаторные лампы указателя азимута (УА) и визирного устройства 9Ш127 через контакты реле Р2 блока индикации АРЦ. Оператор боевой машины, включив привод и нажав кнопку АЦУ на пульте оператора, переводит пусковую установку в режим автоматической отработки целеуказаний. Через защитное стекло или с помощью визирного устройства 9Ш127 он визуально обнаруживает цель. В поле зрения визирного устройства 9Ш127 и на указателе азимута загораются световые индикаторы, сигнализирующие о наведении ПУ на цель. После визуального обнаружения цели оператор отпускает кнопку АЦУ и переключается на ручной режим управления приводом.

Совместив изображение цели с кольцом-перекрестием визирного устройства 9Ш127, оператор переводит аппаратуру запуска в режим «Борт» нажатием кнопки на левой рукоятке пульта наведения. Осуществляются подача питания на ракету, разгон и установка оси гироскопа головки самонаведения вдоль оси контейнера, а также включается питание наземного радиолокационного запросчика 1РЛ246-10. Режим «Борт» длится по времени не менее 5 с.

По окончании отработки режима «Борт» аппаратура запуска переводится в режим «Слежение» нажатием кнопки на правой рукоятке пульта наведения до первого упора. При этом открывается передняя крышка контейнера. Головка самонаведения переходит в режим слежения за целью по одному из каналов: фотоконтрастному или тепловому. Включается аппаратура оценки зоны 9С86 в режим «Измерение» и определяет положение цели относительно границ зоны пуска. Включается в режим общего опознавания цели наземный радиолокационный запросчик и определяет государственную принадлежность цели.

При входе цели в зону пуска АОЗ выдает сигнал «Зона» в аппаратуру запуска и в визирное устройство 9Ш127. По световой индикации в визирном устройстве и в случае отсутствия сигнала общего опознавания оператор переводит аппаратуру запуска в режим «Пуск» нажатием кнопки на правой рукоятке пульта наведения до второго упора.

При этом в ракете включаются бортовой источник питания и газогенератор. Через 1,1 с срабатывают пирозапалы предохранительно-исполнительного механизма и двигательной установки. За это время вводится упреждение по азимуту и углу места, и пусковая установка тормозится. Ракета начинает движение. Срезается жгут кабелей электрических связей с аппаратурой запуска. Ракета автономно с помощью контура управления наводится на цель. При встрече ракеты с целью или при промахе до 4 м срабатывает взрывательное устройство. Цель поражается. В случае большего промаха через 16 с полета взрывательное устройство блокируется, исключая подрыв боевой части.

Режим автономного поиска

Командир обнаруживает цель по индикатору системы обнаружения пассивного радиопеленгатора 9С16 и через переговорное устройство выдает целеуказание оператору. Используя систему пеленгования, оператор наводит пусковую установку на цель (по загоранию центральной лампы на указателе азимута или обеих ламп внизу поля зрения визирного устройства). Обнаружив цель визуально, оператор действует аналогично изложенному выше.

Целеуказание на визуальное обнаружение цели оператору может поступать непосредственно от командира взвода через основную Р-123М и переговорное устройство.

Глава 2

ЗЕНИТНЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ РАКЕТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КОМПЛЕКСЕ

§ 2.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗУР

Зенитная управляемая ракета (ЗУР) предназначена для доставки боевого заряда к цели. Она представляет собой беспилотный летательный аппарат, на борту которого установлены аппаратура управления, реактивный двигатель и боевая часть.

Современные ЗУР способны поражать воздушные цели, имеющие высокие скорости полета, значительно превышающие скорость звука, на дальностях от нескольких сот метров до десятков километров. Их масса и габариты также весьма различны.

Зенитная управляемая ракета состоит из следующих основных элементов: планера, реактивного двигателя, бортовой аппаратуры наведения, автопилота, взрывательного устройства, бортового источника питания и боевой части.

Планер является несущей конструкцией ракеты и состоит из корпуса и аэродинамических поверхностей. Корпус планера имеет цилиндрическую форму с конической головной частью. В некоторых ракетах конус головной части имеет образующую не прямую линию, а кривую (например, дугу окружности). Такая форма головной части называется *оживальной*. Форма корпуса и головной части выбирается в целях получения наименьшей силы лобового сопротивления ракеты при полете. Материалом для корпуса служат легкие прочные металлы и сплавы.

Корпус разделен на отсеки, в которых размещается аппаратура. Отсеки, как правило, разъемные, что упрощает сборку ракеты.

В головной части корпуса устанавливается взрыватель, а в самонаводящихся ЗУР — координатор. В последнем случае головная часть выполняется из материала, который хорошо пропускает энергию, используемую для получения данных координатором. Для инфракрасного и оптического координатора используется светопрозрачный материал головной части.

В средней части корпуса размещаются аппаратура управления и другие элементы. В хвостовой части обычно размещается двигательная установка.

Корпус должен иметь наименьший объем при заданной массе.

Аэродинамические поверхности размещаются на корпусе планера и предназначены для создания управляющих сил при наведении ЗУР и обеспечения ее устойчивости. По своей конструкции эти поверхности могут быть подвижными и неподвижными. Первые из них управляют полетом ракеты и называются рулями или крыльями, вторые — стабилизаторами. Рули и крылья размещаются на корпусе в двух плоскостях (имеются две пары рулей и две пары крыльев). Такое размещение необходимо для управления ракетой в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

По расположению крыльев и рулей относительно центра масс ракеты различают несколько аэродинамических схем ЗУР (рис. 2.1).

Нормальная схема (рис. 2.1, *а*). В этой схеме рули и стабилизатор расположены позади крыльев в хвостовой части ракеты.

Схема «бесхвостка» (рис. 2.1, *б*). Данная схема является разновидностью нормальной схемы. Здесь крылья выполняют функции как крыльев, так и стабилизаторов и отличаются большей стреловидностью и малым размахом.

Схема «утка» (рис. 2.1, *в*). В аэродинамической схеме «утка» рули находятся в головной части ракеты (впереди центра масс), а крылья, выполняющие и функцию стабилизатора, расположены в хвостовой части корпуса ракеты. Эта схема удобна с точки зрения компоновки ракеты, так как рулевые машинки могут быть расположены близко к рулям.

Схема «поворотное крыло» (рис. 2.1, *г*). В данной аэродинамической схеме крылья расположены около (несколько впереди) центра масс и наряду с функцией крыла выполняют функцию рулей. Неподвижные стабилизаторы расположены в хвостовой части.

Выбор схемы аэродинамической компоновки определяется требуемыми высотами и дальностями полета ракеты, маневренностью и составом бортовой аппаратуры.

Реактивный двигатель создает тягу, обеспечивающую движение ракеты. Характеристики двигателей определяют ряд боевых свойств ракеты, поэтому выбору двигателя придается большое значение. На ЗУР устанавливаются двигатели четырех основных типов: реактивные двигатели твердого топлива (РДТТ); жидкостные реактивные двигатели (ЖРД); прямоточные реактивные двигатели (ПРД); турбореактивные двигатели (ТРД).

Каждый из них имеет свои особенности. Наибольшее применение в ЗУР находят РДТТ.

Автопилот предназначен для управления рулями ракеты в соответствии с командами управления, а также для стабилизации ракеты в полете.

Бортовая аппаратура наведения ракет является составной частью системы управления. Ее состав определяется принятой системой наведения.

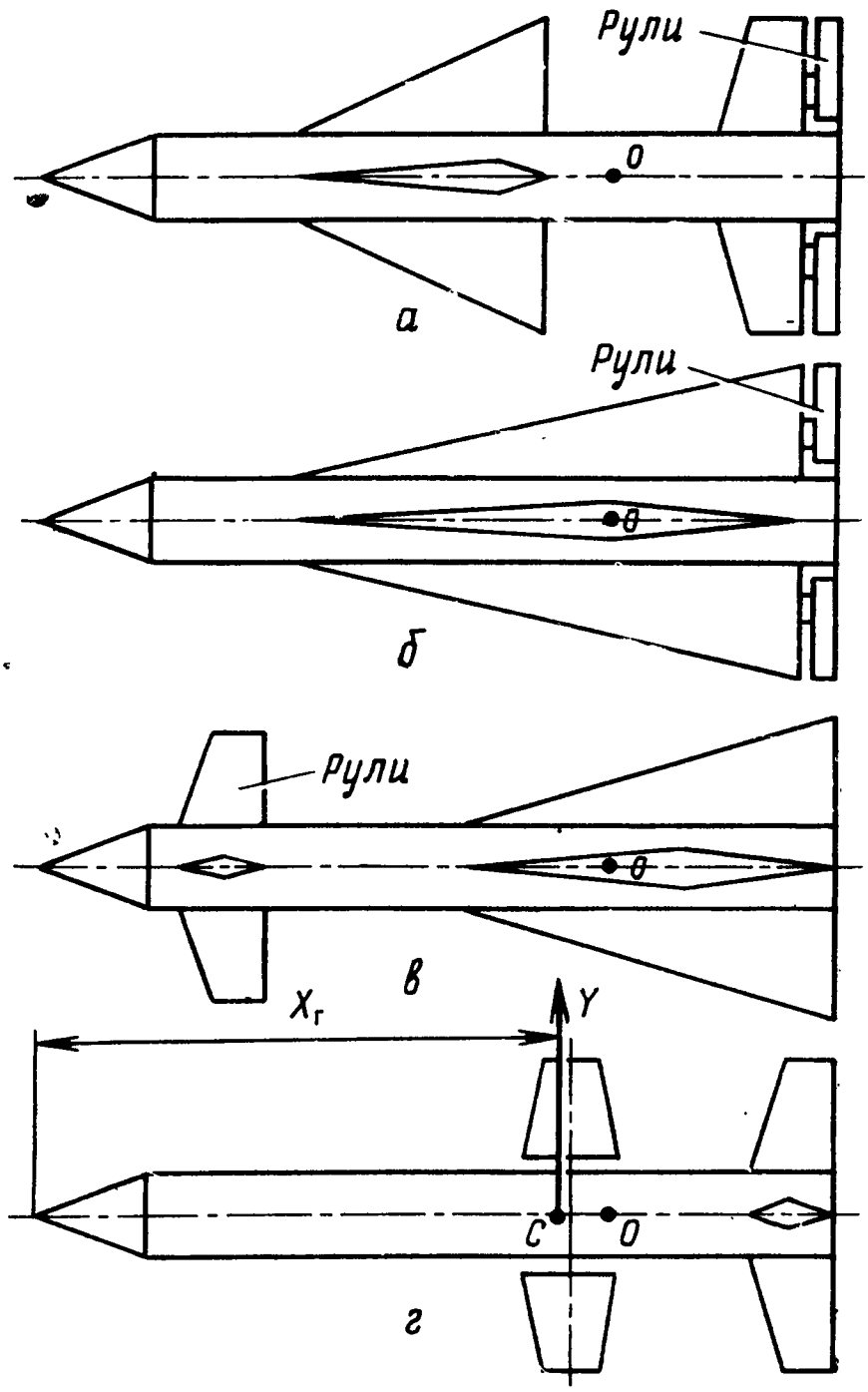


Рис. 2.1. Аэродинамические схемы ЗУР

Взрывательное устройство и боевая часть являются боевым снаряжением ракеты, обеспечивающим непосредственное поражение цели. На ЗУР также могут устанавливаться взрыватели неконтактного действия, обеспечивающие подрыв боевой части без непосредственного соприкосновения ракеты с целью.

Для обеспечения аппаратуры электрической энергией на ракете устанавливаются бортовые источники питания.

§ 2.2. ЗЕНИТНЫЕ УПРАВЛЯЕМЫЕ РАКЕТЫ 9М37 И 9М37М

Общее устройство ракеты 9М37

Зенитная управляемая ракета 9М37 предназначена для поражения самолетов с реактивными, газотурбинными и поршневыми двигателями, самолетов-снарядов и вертолетов на высотах от 25 до 3500 м при скорости полета до 417 м/с (1500 км/ч) на встречных курсах и до 306 м/с (1100 км/ч) на догонных курсах и маневрирующих с перегрузками 3—5 единиц в любое время года.

Поражение целей ракетой 9М37 обеспечивается при стрельбе по визуально видимым целям днем на встречных и догонных курсах, а ночью — только на догонных курсах.

Ракета 9М37 (рис. 2.2) представляет собой одноступенчатую, малогабаритную твердотопливную ракету, выполненную по аэродинамической схеме «утка». Рули ракеты расположены в передней части, а крылья размещены в хвостовой части. Рули и крылья расположены на ракете по Х-образной схеме и лежат в одной плоскости.

Ракета 9М37 наводится на цель системой пассивного самонаведения по методу пропорциональной навигации.

Ракета имеет двухканальную систему управления, аэродинамическое ограничение скорости крена, контактно-неконтактное взрывательное устройство, осколочно-фугасную боевую часть и бортовой источник питания.

Собранная ракета помещается в металлический контейнер.

Конструктивно ракета выполнена в виде пяти отсеков и контейнера:

отсек № 1 — головка самонаведения;

отсек № 2 — автопилот и контактный датчик цели взрывательного устройства;

отсек № 3 — боевая часть с размещенными в ней предохранительно-исполнительным механизмом (ПИМ) и блоком питания;

отсек № 4 — неконтактный датчик цели;

отсек № 5 — двигательная установка с размещенными на ней крыльями и блоком крена.

Тактико-технические характеристики ракеты 9М37:

калибр — 120 мм;
длина — 2190 мм;
масса — 39,2 кг;
масса контейнера с ракетой — 70 кг;
масса боевой части — 3 кг;
масса укупорки с ракетой — 110 кг;
дальность (наклонная) поражения — от 800 до 5000 м;
диапазон параметров — от 0 до 3000 м;
максимальная скорость полета — 700 м/с;

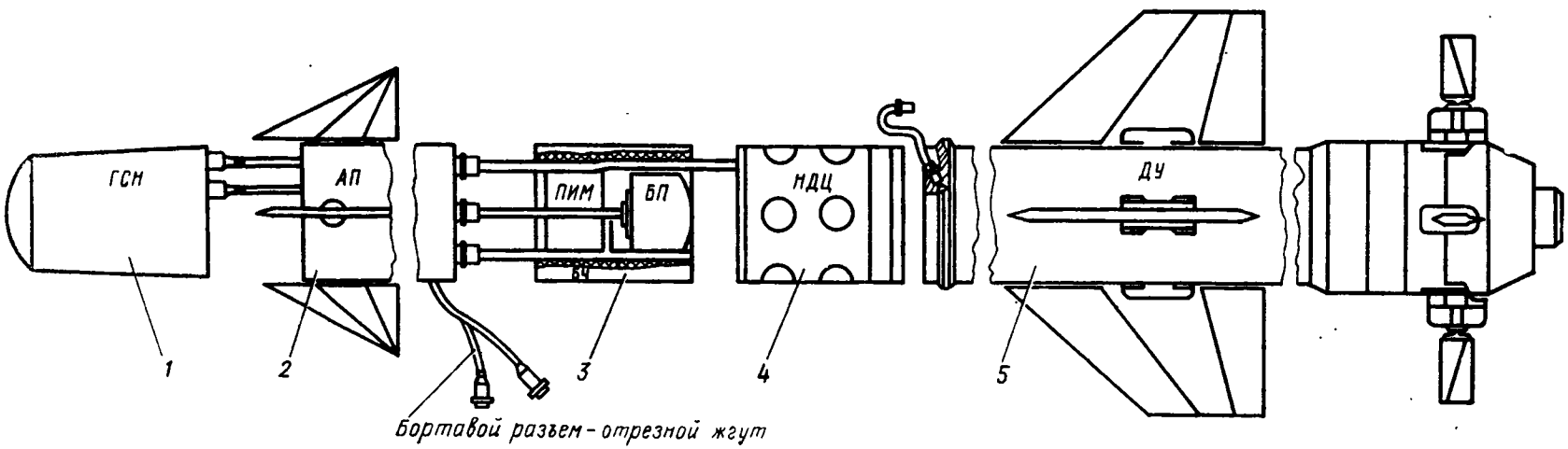


Рис. 2.2. Компоновка ЗУР 9М37:

1 — головка самонаведения; *2* — автопилот; *3* — боевая часть с предохранительно-исполнительным механизмом и блоком питания; *4* — неконтактный датчик цели; *5* — двигательная установка

средняя скорость полета — 550 м/с;

зона ограничения стрельбы в направлении солнца — 20°;

дальность взведения взрывательного устройства — 250 м от БМ;

напряжение бортсети — 27 В±10%;

время боеготовности — 5 с;

условия эксплуатации — в любое время года днем и ночью при температуре от —50 до +50° С.

В войсках ракеты 9М37 размещаются в контейнерах и при эксплуатации из них не извлекаются.

Контейнеры с ракетами хранятся или в деревянной укупорке (на складах, базах), или на боевой машине (на пусковой установке или внутри БМ).

Головка самонаведения 9Э47

Пассивная двухдиапазонная оптическая головка самонаведения является основным элементом ракеты 9М37, с помощью которой осуществляются автоматическое сопровождение цели и выработка управляющих сигналов $\dot{\Omega}$, η, являющихся основой для формирования команд управления полетом ракеты.

Головка самонаведения 9Э47 предназначена для обеспечения пассивного самонаведения ракеты на воздушную цель посредством выдачи в автопилот управляющих сигналов, пропорциональных угловой скорости $\dot{\Omega}$ линии визирования ракета — цель и углу пеленга η. Кроме того, ГСН предназначена для выдачи управляющих сигналов и сигналов звуковой частоты в аппаратуру пуска.

Функционально в состав ГСН входят следующие элементы (рис. 2.3): следящий координатор цели (СКЦ), который представляет собой гироскопическую следящую систему и состоящую из оптической системы, осуществляющей прием лучистой энергии от цели и передачу ее к фотоприемникам, электронного тракта усиления и преобразования сигналов и магнитной системы коррекции гироскопа;

система электрического арретирования;

система разгона и поддержания оборотов гироскопа;

система охлаждения фотоприемника инфракрасного канала (ИК);

координатный преобразователь.

Конструктивно ГСН состоит из гирокоординатора и электронного блока. Передняя часть ГСН закрыта прозрачным полусферическим обтекателем. В состав электронного блока входят: предусилители ФК- и ИК-каналов, переключатель каналов, усилители несущей, огибающей и мощности, координатные преобразователи, схема разгона и поддержания оборотов, схема электрического арретирования.

Гирокоординатор состоит из трехстепенного гироскопа, блока катушек и клапана сброса избыточного давления.

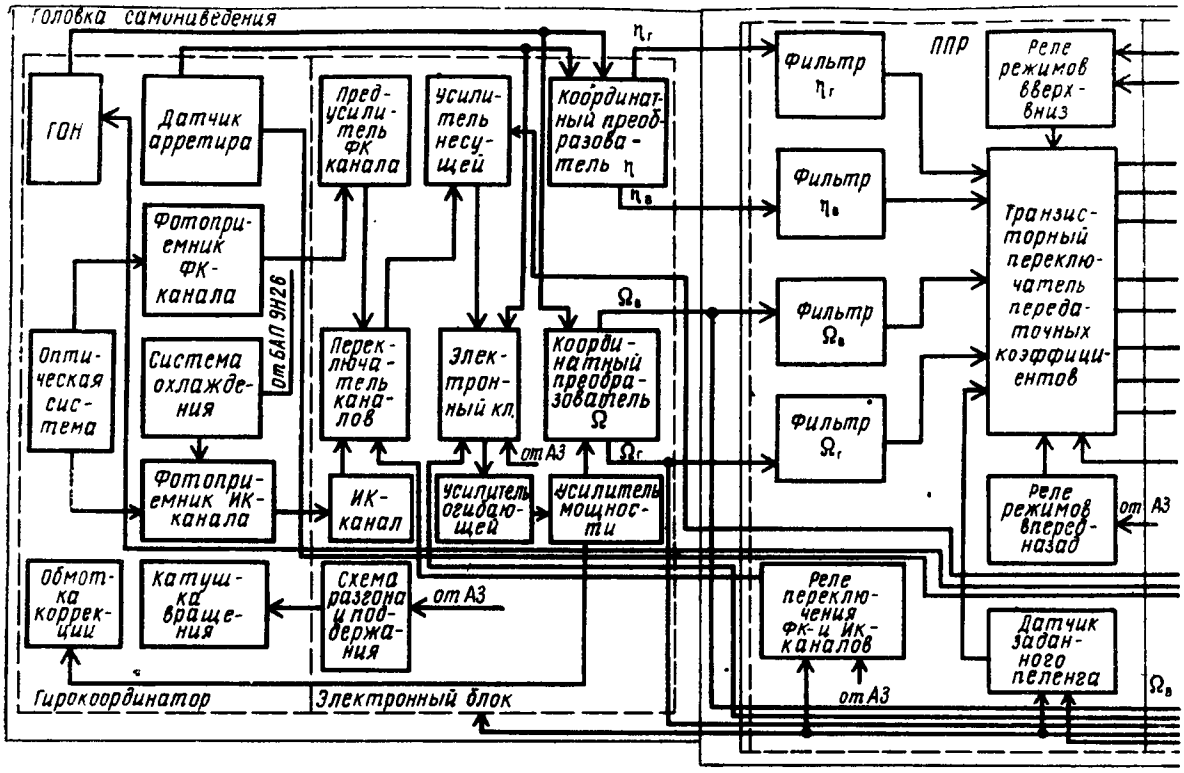


Рис. 2.3. Функциональная схема

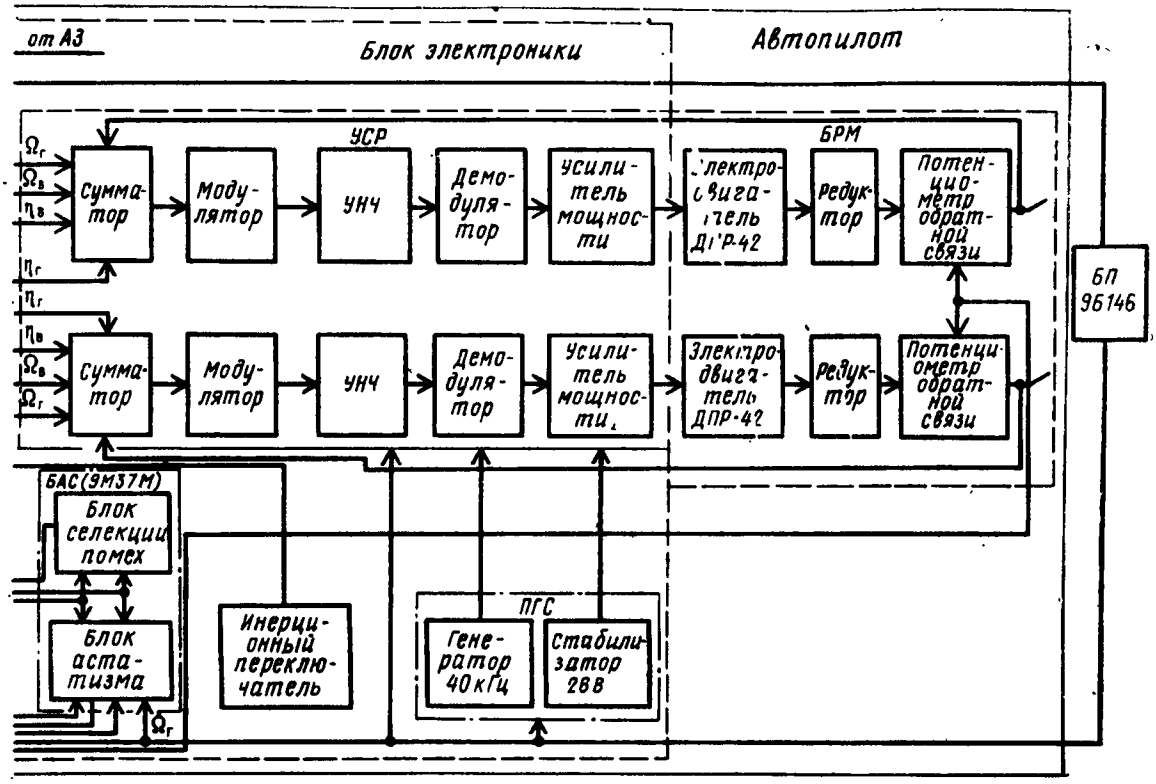
Электрическая стыковка электронного блока и гирокоординатора осуществляется с помощью малогабаритных разъемов.

Основные технические характеристики ГСН:

поле зрения — 1°;
максимальные углы пеленга — 40°;
частота вращения гироскопа — 68 $с^{-1}$;
время выхода на режим — 5 с;
напряжения питания — 28 и 30 В;
масса — 3,4 кг.

Следящий координатор цели предназначен для измерения угловой скорости линии ракета — цель.

Оптическая система (рис. 2.4) представляет собой зеркально-линзовый объектив, рассчитанный для двух диапазонов длин волн, имеющий две фокальные плоскости для ФК- и ИК-каналов. В фокальных плоскостях установлены модулирующие диски *7* и *10*. За модулирующим диском *7* установлен конденсор с фотоприемником *9*. Все элементы оптической системы, кроме неподвижного обтекателя, фотоприемников и модулирующего диска ИК-канала, установлены на роторе гироскопа и вращаются вместе с ним. Конденсор обеспечивает равномерную засветку фотоприемников и состоит из двух линз: одна линза с модулирующим диском ФК-канала вращается с ротором, другая линза с фотоприемником может только поворачиваться на углы пеленга. Плоское



ЗУР 9М37 (9М37М)

контрзеркало *2* наклонено к продольной оси координатора на угол $\varphi = 10—20'$.

В ФК-канале световой поток модулируется вращающимся диском (рис. 2.5). Одна половина диска — полупрозрачная и не мо-

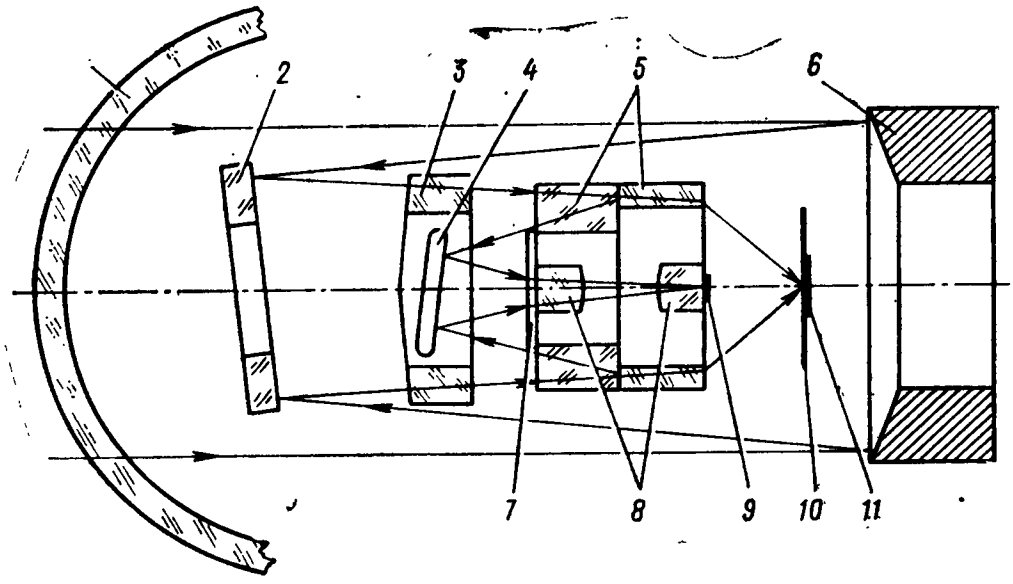


Рис. 2.4. Оптическая система следящего координатора цели:

1 — обтекатель; *2* — плоское контрзеркало; *3* — мениск-держатель; *4* — малое плоское зеркало; *5* — интерференционные фильтры; *6* — асферическое приемное зеркало; *7* — модулирующий диск ФК-канала; *8* — конденсоры; *9* — фотоприемник ФК-канала; *10* — модулирующий диск ИК-канала; *11* — фотосопротивление ИК-канала

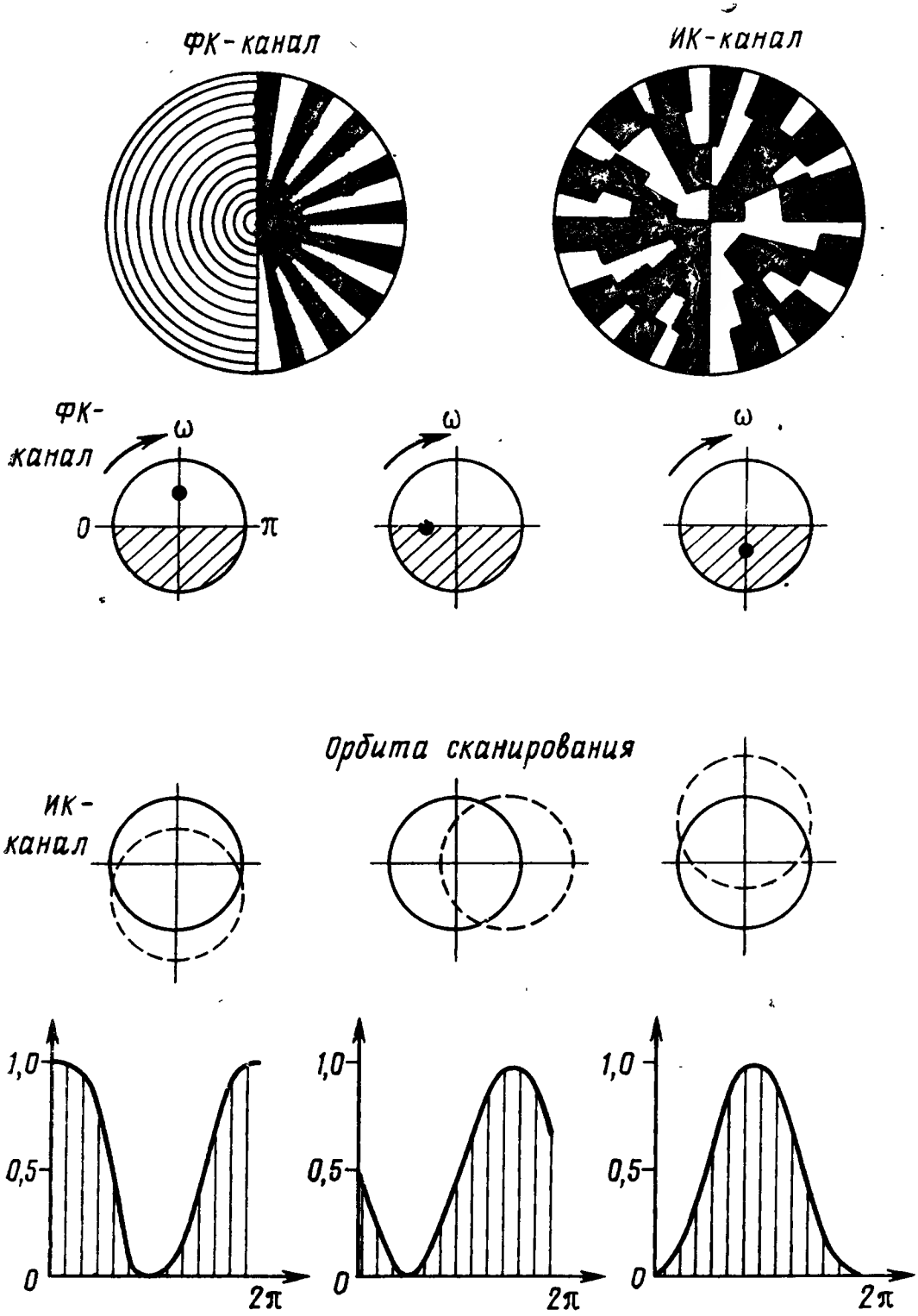


Рис. 2.5. Принцип оптической модуляции

дулирует лучистый поток. Другая половина диска обеспечивает амплитудно-импульсную модуляцию лучистого потока.

Модулированный поток за диском представляет собой пачки световых импульсов (рис. 2.6). Частота следования пачек $f_0 = 68$ Гц, частота заполнения пачек $f_н = 1224$ Гц. Длительность пачек постоянна и равна 0,5 T_0. Амплитуда A пачек пропорциональ-

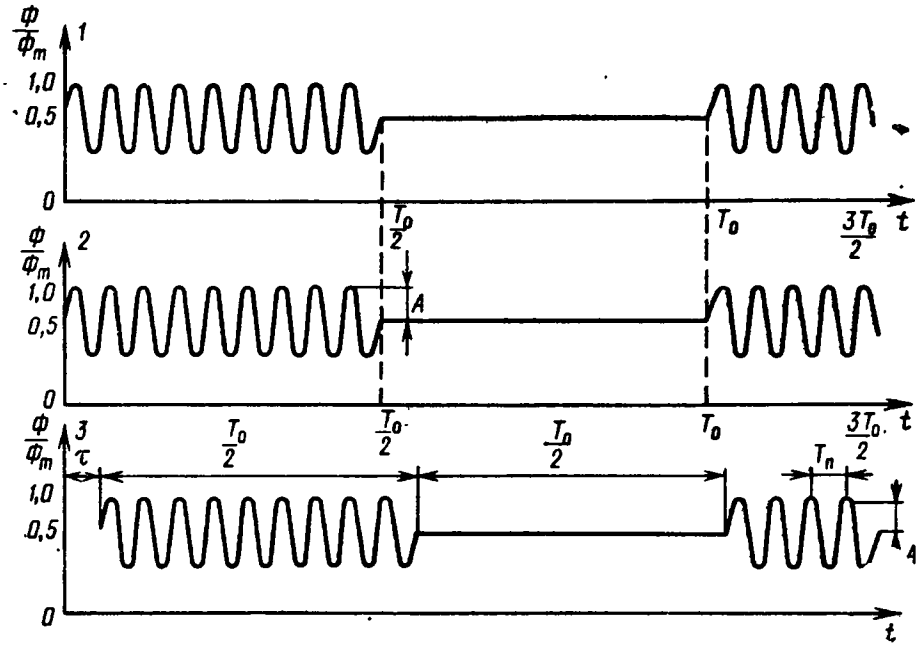


Рис. 2.6. Принцип амплитудно-импульсной модуляции светового потока

на ошибке ΔE, а следовательно, и величине угловой скорости линии ракета — цель. Временной сдвиг пачек τ (или фаза $\mu_ц = \omega\tau$) определяет направление угловой скорости линии ракета — цель. Фотоприемник преобразует модулированный лучистый поток в пачки электрических импульсов. Транзисторный усилитель обеспечивает усиление переменной составляющей пачек импульсов сначала на несущей частоте, а после амплитудного детектирования — на частоте огибающей. Функциональная схема усилителя показана на рис. 2.7.

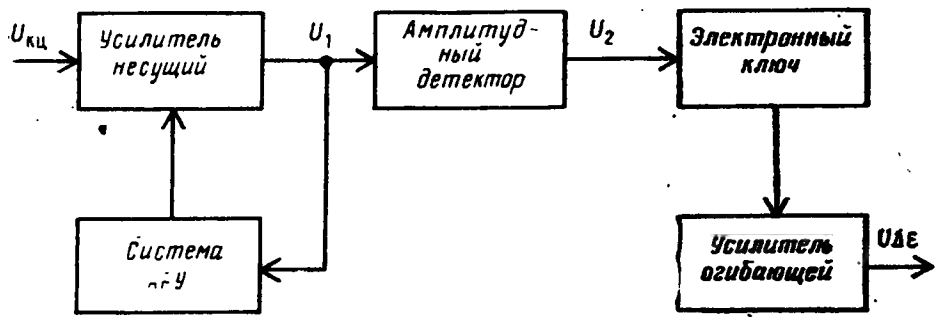


Рис. 2.7. Функциональная схема усилителя

Магнитная схема коррекции состоит из обмотки коррекции, представляющей соленоид, ось которого совпадает с продольной осью ракеты, и ротора гироскопа, являющегося постоянным магнитом с явно выраженными полюсами.

Корректирующий момент, вызывающий прецессию гироскопа, а следовательно, и угловое перемещение оптической оси ГСН, создается за счет взаимодействия переменного магнитного поля

обмотки коррекции с вращающимся постоянным по величине магнитным полем ротора гироскопа.

В ИК-канале в качестве модулятора тепловой энергии применяется неподвижный модулирующий диск, затемненные секторы которого расположены в шахматном порядке. Для обеспечения модуляции поток лучистой энергии сканирует в плоскости модулирующего диска (рис. 2.4). Сканирование потока лучистой энергии осуществляется с помощью наклона контрзеркала оптической системы на угол $\varphi = 10—20'$ по отношению к продольной оси координатора.

Модулированный поток за диском попадает на фотоприемник (ФП) и преобразуется в сигнал, параметры которого зависят от взаимного положения ракеты и цели.

При отсутствии угла рассогласования между линией визирования ракета — цель и оптической осью объектива частота сигнала на выходе ФП постоянна. При наличии угла рассогласования частота этого сигнала непостоянна и ее изменение пропорционально величине углового рассогласования между центром растра и центром окружности сканирования, которая зависит от величины угловой скорости линии визирования ракета — цель, а фаза — от направления этого рассогласования. Поэтому на выходе ФП выделяется сигнал, амплитуда которого пропорциональна величине отклонения луча от оси координатора, а фаза — направлению этого отклонения.

Электронный тракт усиления является общим для ИК- и ФК-каналов. Он обеспечивает усиление электрического сигнала до величины, достаточной для управления движением ротора гироскопа в процессе слежения за целью. Транзисторный усилитель обеспечивает усиление переменной составляющей сначала на несущей частоте, а после амплитудного детектирования — на частоте огибающей. Структурная схема усилителя показана на рис. 2.7. Нагрузкой усилительного тракта являются две катушки коррекции.

Магнитная система коррекции обеспечивает взаимодействие магнитного поля постоянного магнита ротора гироскопа с магнитным полем катушек коррекции, в результате чего возникает момент, вызывающий прецессию ротора гироскопа в сторону уменьшения ошибки рассогласования.

Система электрического арретирования обеспечивает совмещение оптической оси координатора ГСН (оси ротора гироскопа) с продольной осью ракеты во время прицеливания.

Система разгона и поддержания оборотов гироскопа предназначена для быстрого (в течение 5 с) разгона и поддержания номинальной частоты вращения гироскопа 68 $с^{1}$. Оптическая ось ГСН, совмещенная с продольной осью ракеты при наведении пусковой установки по азимуту и углу места, параллельна оси оптического визира 9Ш127, поскольку последняя параллельна продольной оси каждой ракеты. По принципу действия эта система аналогична системе слежения за целью и отличается от нее толь-

ко датчиком сигнала, которым здесь является обмотка арретирования, выполненная в виде соленоида, и расположена в корпусе координатора.

Система охлаждения фотоприемника ИК-канала обеспечивает подачу хладоагента из блока азотного питания в микрохолодильник ГСН в целях повышения чувствительности ГСН в ИК-канале. В качестве хладоагента используется жидкий азот, находящийся в баллонах азотного питания контейнера. Микрохолодильник установлен в опоре гирокоординатора. Для стравливания избыточного давления предусмотрен клапан, с помощью которого избыточный газ стравливается в атмосферу.

Координатный преобразователь служит для выработки команд управления и сигналов пеленга по двум каналам управления. Он преобразует управляющий сигнал с усилителя мощности, полученный в полярной системе координат, и сигнал, пропорциональный углу пеленга, с датчика арретира в составляющие в прямоугольной системе координат.

Автопилот 9Б612

Автопилот 9Б612 управляет ракетой 9М37 в полете по методу пропорционального сближения. Совместно с головкой самонаведения он образует замкнутую следящую систему.

Автопилот предназначен для преобразования управляющих сигналов, поступающих с ГСН, в соответствующие углы поворота рулей ракеты.

В состав автопилота входят блок электроники и блок рулевых машин.

Управляющие сигналы по угловой скорости линии визирования $\dot{\Omega}_г$ и $\dot{\Omega}_в$ (рис. 2.3), по пеленгу $\eta_г$ и $\eta_в$, вырабатываемые ГСН, поступают в плату переключения режимов управления (ППР), в которой они соответствующими фильтрами отфильтровываются от шумов и проходят через транзисторный переключатель, который устанавливает коэффициенты передачи этих сигналов и определяет требуемый заданный пеленг в зависимости от режимов управления полетом ракеты.

В зависимости от направления и высоты полета цели, а следовательно, и различных углов возвышения ПУ по сигналу с аппаратуры запуска с помощью релейных переключающих схем формируются режимы управления «Вперед — вверх», «Вперед — вниз», «Назад — вверх», «Назад — вниз».

Инерционным переключателем формируются режимы управления «Старт», «Марш», «Излет»:

при старте ракеты под действием сил инерции (ДУ работает в стартовом режиме) инерционный переключатель срабатывает, подавая в схему ППР сигнал на переключение ее для работы в режиме «Старт»;

по окончании действия перегрузки (ДУ работает в маршевом режиме) инерционный переключатель подает в схему ППР сигнал на переключение ее для работы в режиме «Марш»;

при действии перегрузки в противоположную сторону (окончание работы ДУ) инерционным переключателем в схему ППР подается сигнал на переключение ее для работы в режиме «Излет».

Сигналы управления, выпрямленные на выходе ГСН, фильтруются и делятся в соответствующих пропорциях транзисторным переключателем, после чего поступают на выходы усилителей сигналов рассогласования (УСР), где суммируются с сигналами потенциометров обратной связи рулевых машин (РМ). Суммарные сигналы рассогласования в УСР усиливаются до необходимых величины и мощности. Управление электродвигателями осуществляется током якоря, обмотка которого в виде нагрузки включена в диагональ мостовой схемы выходного каскада УСР.

Скорость и направление вращения якоря электродвигателя зависят от величины и полярности управляющих сигналов.

Вращение якоря электродвигателя через трехступенчатый редуктор передается на рули, заставляя их поворачиваться в нужном направлении и с необходимой скоростью, при этом учитывается сигнал коррекции с потенциометра обратной связи, для чего одновременно с поворотом рулей перемещается движок потенциометра РМ.

Питание аппаратуры в процессе полета ракеты осуществляется от бортового блока питания.

Блок генератора и стабилизатора, работающий также от бортового блока питания, вырабатывает переменное опорное напряжение, обеспечивая питанием потенциометры обратной связи и отдельные каскады усилителей сигналов рассогласования.

Блок электроники предназначен для формирования программ управления ракетой в полете (по командам с аппаратуры запуска), ступенчатого изменения коэффицинта передачи сигналов управления в соответствии с заданной программой, усиления управляющих сигналов до величины, необходимой для нормальной работы двигателей БРМ, выработки опорного стабилизированного (10 кГц, +12,6 В) напряжения.

Функционально блок электроники (рис. 2.3) состоит из платы переключения режимов (ППР), двух плат усилителей сигналов рассогласования (УСР-I, УСР-II), платы генератора и стабилизатора (ПГС), инерционного переключателя.

Плата переключения режимов (ППР) обеспечивает:

сглаживание пульсаций управляющих сигналов $\dot{\Omega}_г$, $\dot{\Omega}_в$ и сигналов пеленга $\eta_г$, $\eta_в$ с помощью соответствующих фильтров;

формирование программ режимов управления полетом ракеты с помощью соответствующих реле режимов ВПЕРЕД — НАЗАД, ВВЕРХ — ВНИЗ, которое выполняется перед стартом ракеты по командам от аппаратуры запуска;

ступенчатое изменение коэффициентов передачи управляющих сигналов и сигналов пеленга в режимах работы ракеты «Старт», «Марш», «Излет».

Плата переключения режимов состоит из четырех фильтров

сигналов управления и сигнала пеленга, транзисторного переключателя передаточных коэффициентов, двух реле режимов ВВЕРХ — ВНИЗ, ВПЕРЕД — НАЗАД, датчика заданного пеленга и реле переключения ФК-, ИК-каналов.

Основным элементом ППР является транзисторный переключатель передаточных коэффициентов. Он обеспечивает ступенчатое изменение коэффициентов передачи сигналов управления $\dot{\Omega}_г$, $\dot{\Omega}_в$ и сигналов пеленга $\eta_г$, $\eta_в$, подаваемых на вход УСР-I, УСР-II.

На вход транзисторного переключателя подаются сигналы, а также команды от реле режимов, датчика заданного пеленга и инерционного переключателя, которые определяют состояние транзисторных ячеек переключателя.

Сигналы управления $\dot{\Omega}_г$, $\dot{\Omega}_в$ являются основными при обеспечении самонаведения ракеты на цель.

Сигналы пеленга $\eta_г$, $\eta_в$ обеспечивают стабилизацию ракеты при старте и повышают маневренность ракеты на остальных участках полета (в особенности на маршевом участке и после окончания работы двигательной установки).

Реле режимов ВВЕРХ — ВНИЗ, ВПЕРЕД — НАЗАД определяют исходное состояние ячеек транзисторного переключателя перед стартом ракеты по командам от аппаратуры запуска, в результате чего формируется программа полета ракеты.

Датчик заданного пеленга определяет изменение коэффициента передачи сигналов пеленга $\eta_в$ вертикального канала во времени при старте ракеты, что стабилизирует полет ракеты на маршевом участке и исключает падение ракеты на землю при малых вертикальных углах пуска.

Инерционный переключатель служит для переключения коэффициентов передачи сигналов управления и пеленга в зависимости от режимов полета ракеты, т. е. для формирования режимов управления «Старт», «Марш» и «Излет».

Усилители сигналов рассогласования (**УСР-I, УСР-II**) предназначены для преобразования и усиления сигналов управления и пеленга до величины, необходимой для нормальной работы микродвигателей рулевых машин.

В состав каждого из усилителей входят сумматор, модулятор, усилитель низкой частоты, демодулятор и усилитель мощности.

Плата генератора и стабилизатора предназначена для выработки опорного напряжения частоты 10 кГц и стабилизированного напряжения постоянного тока 12,6 В.

Генератор представляет собой двухтактный транзисторный генератор с самовозбуждением и трансформаторной связью. Опорное напряжение 10 кГц используется для работы модулятора и фазочастотного выпрямителя демодулятора усилителя сигналов рассогласования.

Необходимость преобразования сигналов связана с тем, что основное усиление сигналов в УСР происходит на частоте 10 кГц.

Стабилизатор выполнен на мощных кремниевых стабилитро-

нах и предназначен для питания первых каскадов УСР и потенциометров обратной связи БРМ стабилизированным напряжением 12,6 В. Необходимость стабилизации вызвана тем, что при работе оконечных каскадов УСР и ГСН возникают скачки напряжения бортового питания, что могло бы ухудшить качество работы УСР и всего контура управления.

Конструктивно блок электроники представляет собой цилиндрический отсек. Электронные элементы блока выполнены на платах, которые закреплены на кронштейне и закрыты обечайкой. К кронштейну крепится плата с разъемами, с помощью которых осуществляется электрическое соединение автопилота с ГСН и аппаратурой запуска боевой машины. К плате с разъемами стыкуется также отрезной жгут.

Блок рулевых машин предназначен для управления рулями ракеты в соответствии с сигналами управления и включает две рулевые машины, каждая из которых состоит из электродвигателя, редуктора и потенциометра обратной связи.

По принципу действия БРМ представляет собой рулевой следящий привод, применение которого повышает точность отработки команд управления.

Электродвигатель постоянного тока управляется изменением тока в обмотке якоря. Возбуждение осуществляется от постоянных магнитов. Наименьшая частота вращения 75 $с^{-1}$. Якорь вращается в подшипниках, установленных в крышке корпуса, и связан с рулями через редуктор.

Потенциометр обратной связи представляет собой проволочный резистор с переменной крутизной характеристики обмотки.

Конструктивно БРМ выполнен в виде цилиндрического отсека. Обечайка является корпусом БРМ, внутри которого размещены две рулевые машины. Каждая рулевая машина управляет двумя аэродинамическими рулями. На выходном валу электродвигателя установлена шестерня редуктора. Потенциометр обратной связи размещен на корпусе редуктора.

В БРМ конструктивно размещен контактный датчик цели.

Взрывательное устройство и боевая часть

Взрывательное устройство ракеты 9М37 — контактно-неконтактного действия и предназначено для подрыва боевой части при встрече ракеты с целью или при пролете ракеты от цели на расстоянии 4 м. Кроме того, взрывательное устройство обеспечивает необходимую безопасность в обращении с ракетой в процессе ее эксплуатации.

Основные характеристики взрывательного устройства:

число ступеней предохранения — 3;

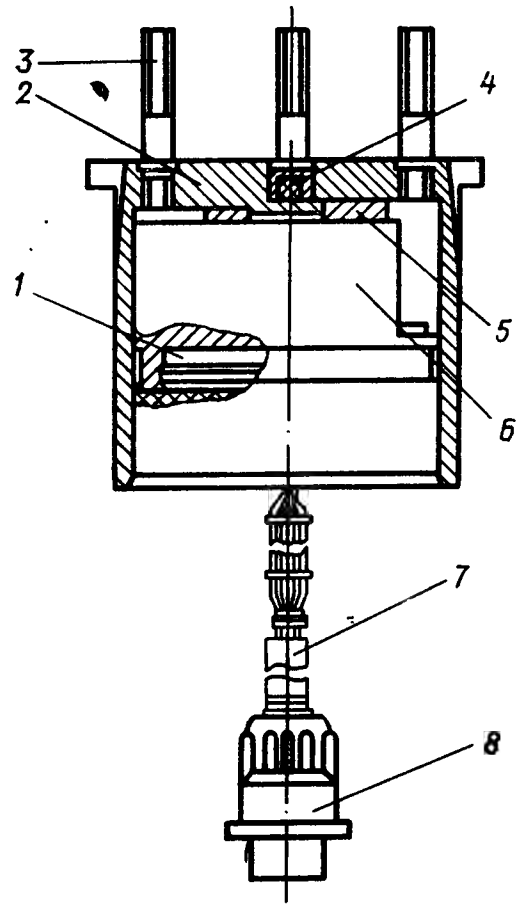
дальность срабатывания НДЦ — до 4 м;

напряжение питания — 27 В.

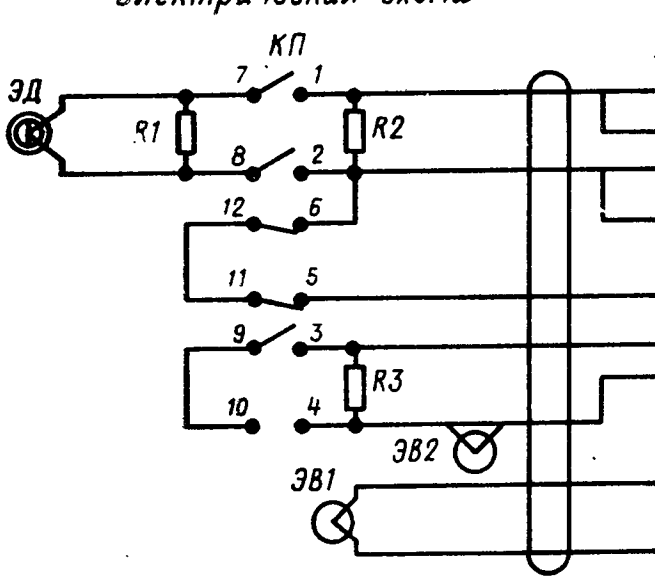
В состав взрывательного устройства входят предохранительно-исполнительный механизм (ПИМ), контактный датчик цели (КДЦ) и неконтактный датчик цели (НДЦ).

Предохранительно-исполнительный механизм расположен в отсеке 3 (БЧ). Контактный датчик цели размещен в отсеке 2 (автопилот), а неконтактный датчик цели занимает весь отсек 4 (НДЦ).

Предохранительно-исполнительный механизм 9Э125 (рис. 2.8) предназначен для подрыва боевой части по сигналам от КДЦ и



Электрическая схема



Конт.	Цепь	Адрес
2	Боевая цепь „+“	НДЦ
1		
9	Боевая цепь „—“	
10		
7	Цепь исходного состояния	Контрольная цепь
6	Боевая цепь „—“	КДЦ
8	Боевая цепь „+“	
4		
3	Цепь взведения „+“	Наземный источник питания
5	Цепь взведения „—“	

Рис. 2.8. Предохранительно-исполнительный механизм:

1 — механизм задержки; *2* — корпус; *3* — шпилька; *4* — передаточный заряд; *5* — чашечка; *6* — предохранительный механизм; *7* — жгут; *8* — разъем

НДЦ, а также для обеспечения безопасности при обращении с ракетой при старте и на траектории полета ракеты до момента дальнего взведения.

ПИМ 9Э125 — электромеханического типа, с дальним взведением, с тремя ступенями предохранения, размещен в боевой части.

В состав ПИМ входят: корпус; предохранительный механизм (рис. 2,9, поворотная втулка *5*, пружина *8*, инерционный стопор *6*, пиротехнический стопор *3*); механизм задержки (дистанционный состав *9*, кольцо *10*, пиротехнический стопор *14*); детонирующий узел (электродетонатор двойного действия, передаточный заряд *4*, см. рис. 2.8); жгут с разъемом.

Электрическая схема ПИМ (рис. 2.8) состоит из контрольной, пусковой и двух боевых цепей.

При обращении с ракетой 9М37 в предохранительном механизме ПИМ поворотная втулка *5* (рис. 2.9) удерживается от поворота инерционным стопором *6* и пиротехническим стопором *3*; ось электродетонатора смещена относительно оси передаточного заряда; боевые цепи разомкнуты, пусковая цепь зашунтирована перемычкой в жгуте, замкнута только контрольная цепь.

При пуске ракеты керамическим ножом контейнера срезается перемычка, а цепь питания пускового электровоспламенителя ЭВ1 (рис. 2.8) срезается позже. Поэтому после срезания перемычки срабатывает электровоспламенитель ЭВ1, который поджигает пиротехнический состав стопора *3* (рис. 2.9) и дистанционного состава *9* (снимается первая ступень предохранения).

Поворотная втулка удерживается от поворота теперь только пиротехническим стопором *3*.

В полете ракеты выгорает пиротехнический состав стопора *3* (через 150—300 м полета ракеты), он под действием своей пружины перемещается и освобождает поворотную втулку *5*, которая под действием пружины *8* разворачивается в боевое положение до упора своим выступом в стопор *14* механизма задержки. При этом ось электродетонатора совмещается с осью передаточного заряда (снята третья ступень предохранения).

В этом положении замыкаются контакты двух боевых цепей и размыкаются контакты контрольной цепи.

Таким образом, для взведения ПИМ необходимо снять три ступени предохранения:

первая ступень предохранения снимается в момент старта при срезании перемычки пусковой цепи;

вторая ступень предохранения снимается при наличии осевых перегрузок на стартовом участке полета (инерционный стопор);

третья ступень предохранения снимается в момент дальнего взведения (пиротехнический стопор).

При прямом попадании или при пролете ракеты на расстоянии до 4 м по сигналу КДЦ или НДЦ происходит подрыв электродетонатора и, как следствие, подрыв боевой части.

В случае промаха ракеты сигналы с КДЦ и НДЦ в боевые цепи не поступают. По истечении 16 с полета выгорают пиротех-

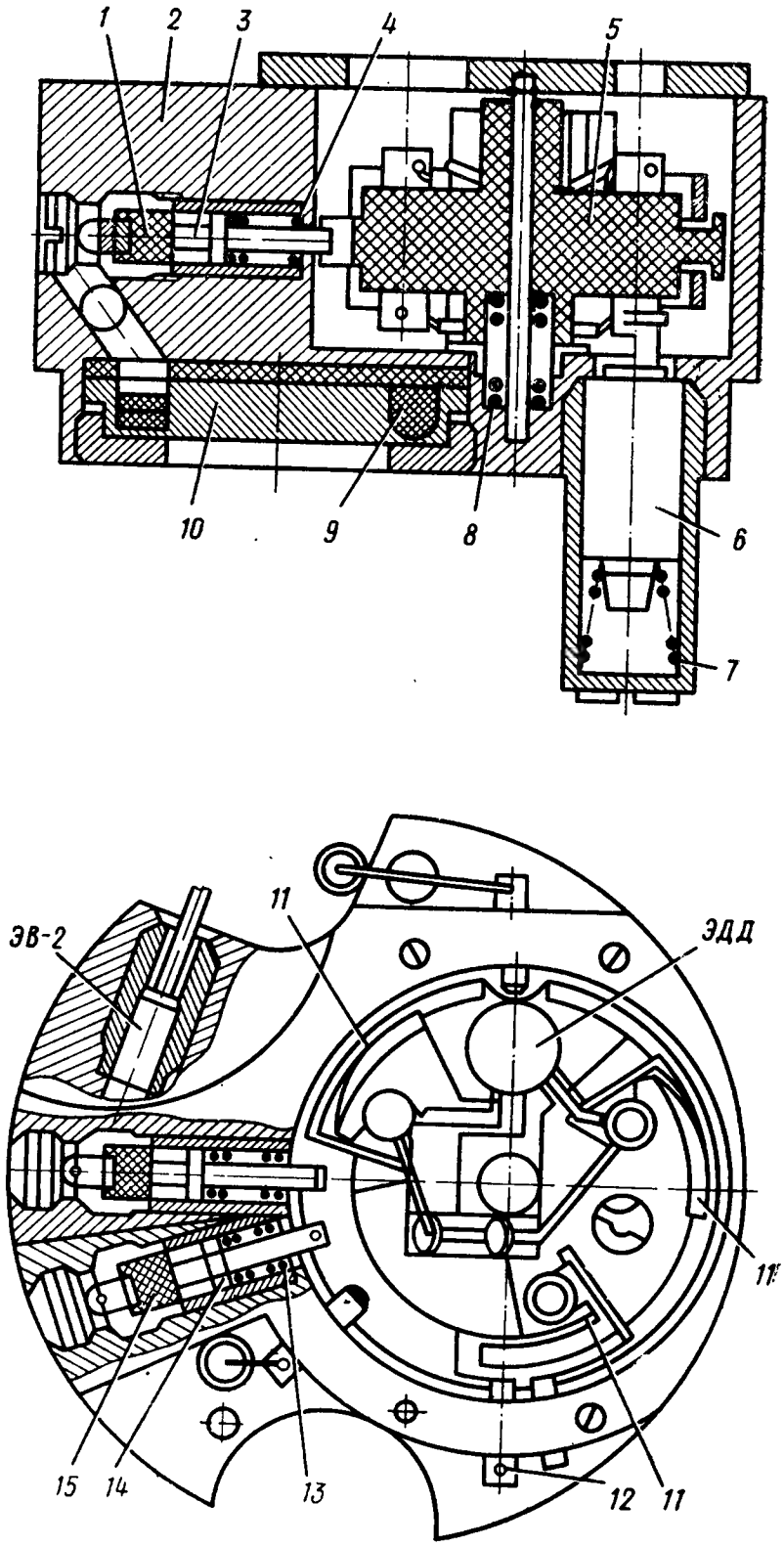


Рис. 2.9. Предохранительный механизм:

1 — пиротехнический предохранитель; *2* — втулка; *3* — стопор; *4* — пружина; *5* — поворотная втулка; *6* — инерционный стопор; *7* — пружина; *8* — пружина; *9* — дистанционный состав; *10* — кольцо; *11* — ламель; *12* — контакт; *13* — пружина; *14* — стопор; *15* — пиротехнический предохранитель

нический состав *9* кольца *10* и пиротехнический состав стопора *14* механизма задержки и поворотная втулка поворачивается даль-

ше в холостое положение, боевые цепи разрываются. При падении ракеты боевая часть не взрывается.

Контактный датчик цели 9Э112 (рис. 2.10) предназначен для выдачи электрического сигнала в первую боевую цепь ПИМ при встрече ракеты с целью и представляет собой импульсный магнитно-электрический датчик, состоящий из корпуса *5*, постоянного магнита *3*, катушки с обмоткой *2* и двух якорей (инерционного *1* и волноводного *4*).

Постоянный магнит с катушкой и якорями составляют магнитную систему, размещенную в корпусе датчика.

Принцип действия КДЦ заключается в следующем. В исходном состоянии оба якоря притянуты к торцам постоянного магнита, магнитная цепь замкнута, магнитный поток в катушке отсутствует. При встрече ракеты с целью под действием сил инерции происходит раздельное или одновременное перемещение якорей. При этом магнитная цепь разрывается, магнитный поток в катушке резко изменяется, что приводит к возникновению в катушке электрического импульса тока, который подается в первую боевую цепь ПИМ.

Безопасность КДЦ обеспечивается:

при обращении с ракетой — тем, что электрические цепи КДЦ и ПИМ разомкнуты;

на траектории — настройкой КДЦ таким образом, чтобы усилие, необходимое для отрыва (перемещения) якорей, было в несколько раз больше, чем перегрузки, возникающие при полете ракеты.

Неконтактный датчик цели 9Э123 предназначен для индикации воздушной цели и выдачи электрического сигнала во вторую боевую цепь ПИМ при пролете ракеты от цели на расстоянии до 4 м. Представляет собой электронно-оптический прибор, принцип действия которого (рис. 2.11) основан на использовании отраженного от поверхности цели светового излучения. Источником излучения является импульсная лампа Л1, работающая в режиме частых вспышек с малой длительностью.

Напряжение питания 28 В на элементы НДЦ подается после выхода на режим бортового источника питания ракеты, но НДЦ включается в работу только после дальнего взведения ПИМ.

С подачей питания 28 В включается в работу блокинг-генератор (БГ) передающего блока. Импульсы с выхода БГ через дифференцирующую цепь ДЦ1 подаются на управляющий электрод импульсной лампы Л1, которая начинает работать в режиме частых вспышек. Частота вспышек определяется частотой импульсов БГ. Световая энергия импульсной лампы Л1 с помощью оптической системы фокусируется в виде пятна на поверхности цели и, отражаясь, попадает в оптическую систему приемного блока.

Приемная оптическая система фокусирует принятую лучистую энергию на чувствительный слой фотоприемника, где она преобразуется в электрические импульсы. Электрические импульсы усиливаются усилителем и через эмиттерный повторитель пода-

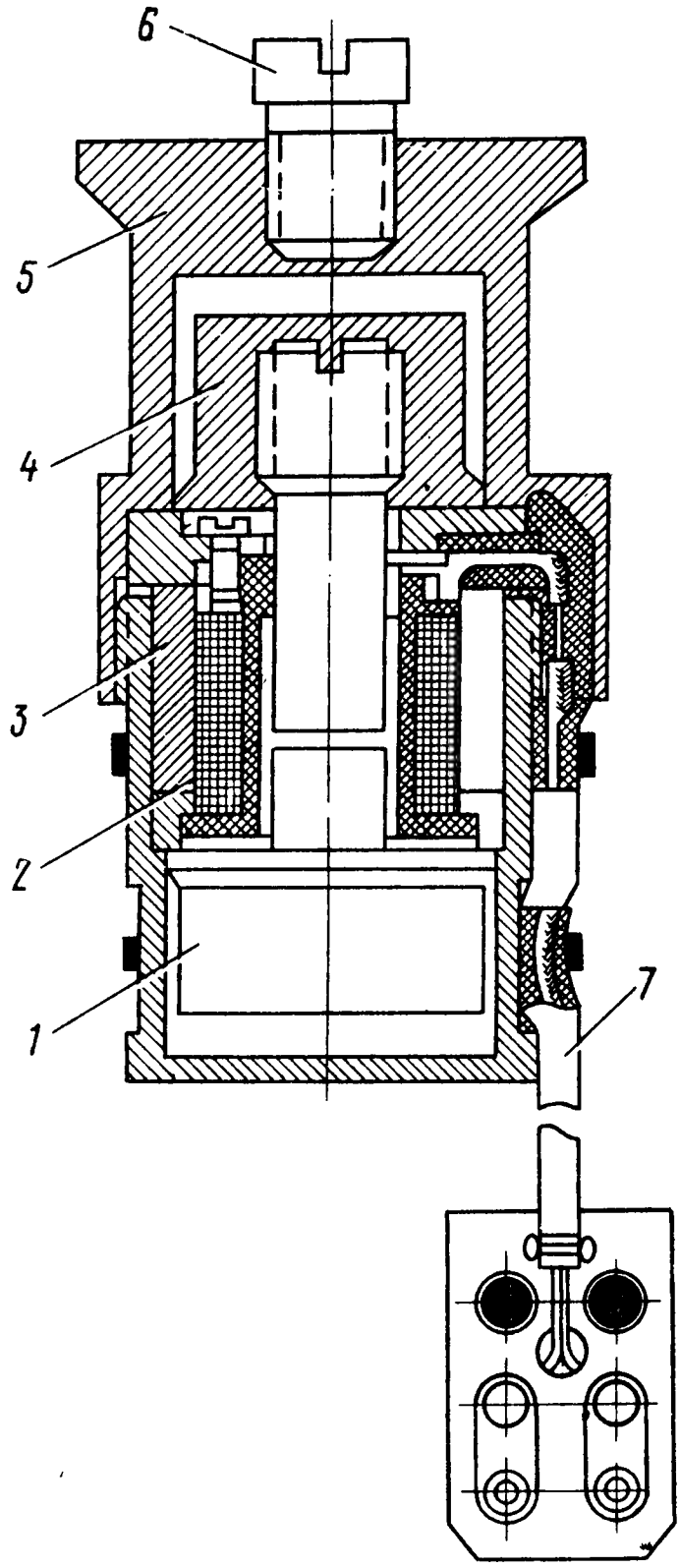


Рис. 2.10. Контактный датчик цели:

1 — инерционный якорь; *2* — катушка; *3* — постоянный магнит; *4* — волновой якорь; *5* — корпус; *6* — блок; *7* — жгут

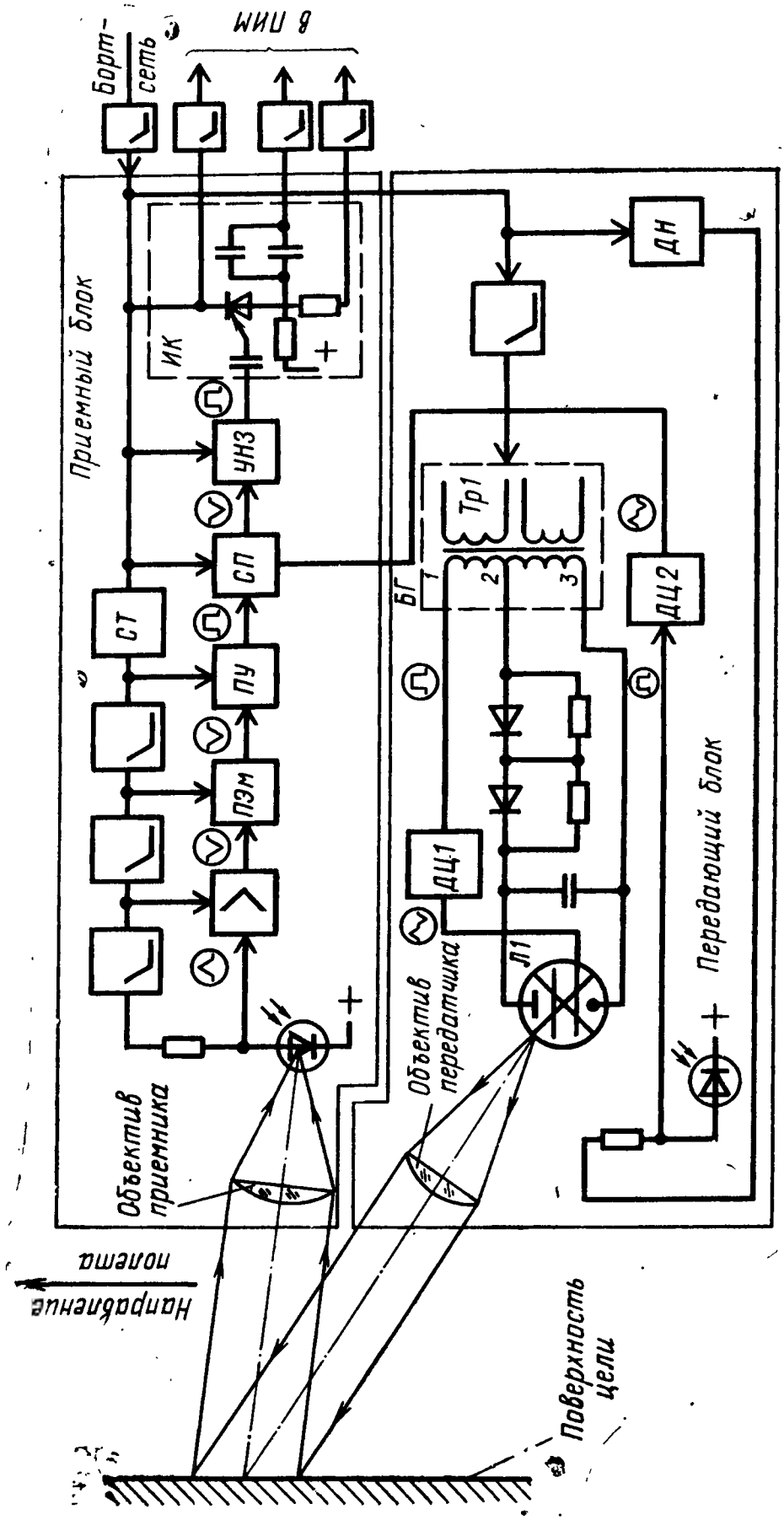


Рис. 2.11. Неконтактный датчик цели

ются на пороговое устройство. Если амплитуда импульсов достаточна для срабатывания порогового устройства, они проходят на первый вход схемы совпадения (СП). На второй вход СП подаются стробирующие импульсы из передающей системы с дифференцирующей цепи ДЦ2, поэтому на выходе схемы совпадения будут действовать импульсы, если они приняты в момент работы Л1. С выхода СП импульсы подаются на усилитель, нормально закрытый (УНЗ), где усиливаются и подаются на управляющий электрод тиристора, который в исходном состоянии был закрыт.

При отпирании тиристора конденсаторы разряжаются через открытый тиристор и электродетонатор ЭДД ПИМ.

Для обеспечения защиты от различного рода помех в НДЦ предусмотрены следующие методы селекции полезного сигнала:

1. Амплитудная селекция. Достигается применением в приемном блоке порогового устройства, которое срабатывает лишь при определенной амплитуде сигнала и нечувствительно к слабым фоновым импульсам.

2. Временная селекция. Достигается применением в приемном устройстве НДЦ схемы совпадения. В результате схема усиления и селекции открыта только на время вспышек лампы и не срабатывает от сигналов световых помех.

3. Пространственная селекция. Достигается применением четырех оптических систем, поля зрения которых имеют форму узких конусов, что уменьшает вероятность срабатывания датчика от ярких излучателей (солнца, активных оптических помех).

4. Частотная селекция. Достигается выбором формы частотной характеристики усилителя приемного блока, имеющей завал в области низких частот. Это позволяет осуществлять защиту от лучистых сигналов с медленно меняющейся скоростью.

5. Спектральная селекция. Достигается применением линз приемного блока, оптика которых просветлена только для тех длин волн света, которые излучаются лампой передающего блока.

Боевая часть 9Н125 предназначена для поражения цели разлетающимися стержнями и ударной волной при взрыве боевого заряда.

Боевая часть — осколочно-фугасного действия, стержневого типа, состоит из (рис. 2.12) наружной оболочки *5,* внутренней оболочки *8,* которые образуют камеру для размещения боевого заряда *10.*

На боковой поверхности наружной оболочки плотно уложены стальные стержни *3* и обмотаны стеклотканью. Сверху БЧ закрыта стальным цилиндром *2* (обечайкой). Отсек БЧ соединяется с автопилотом и НДЦ с помощью шпилек *13.*

При подаче в боевые цепи ПИМ сигналов от КДЦ или НДЦ срабатывает электродетонатор, а затем передаточный заряд, который приводит к срабатыванию дополнительного детонатора *11,* к которому крепится ПИМ, а затем срабатывает заряд *10.* В результате БЧ подрывается и поражает цель разлетающимися стержнями и ударной волной.

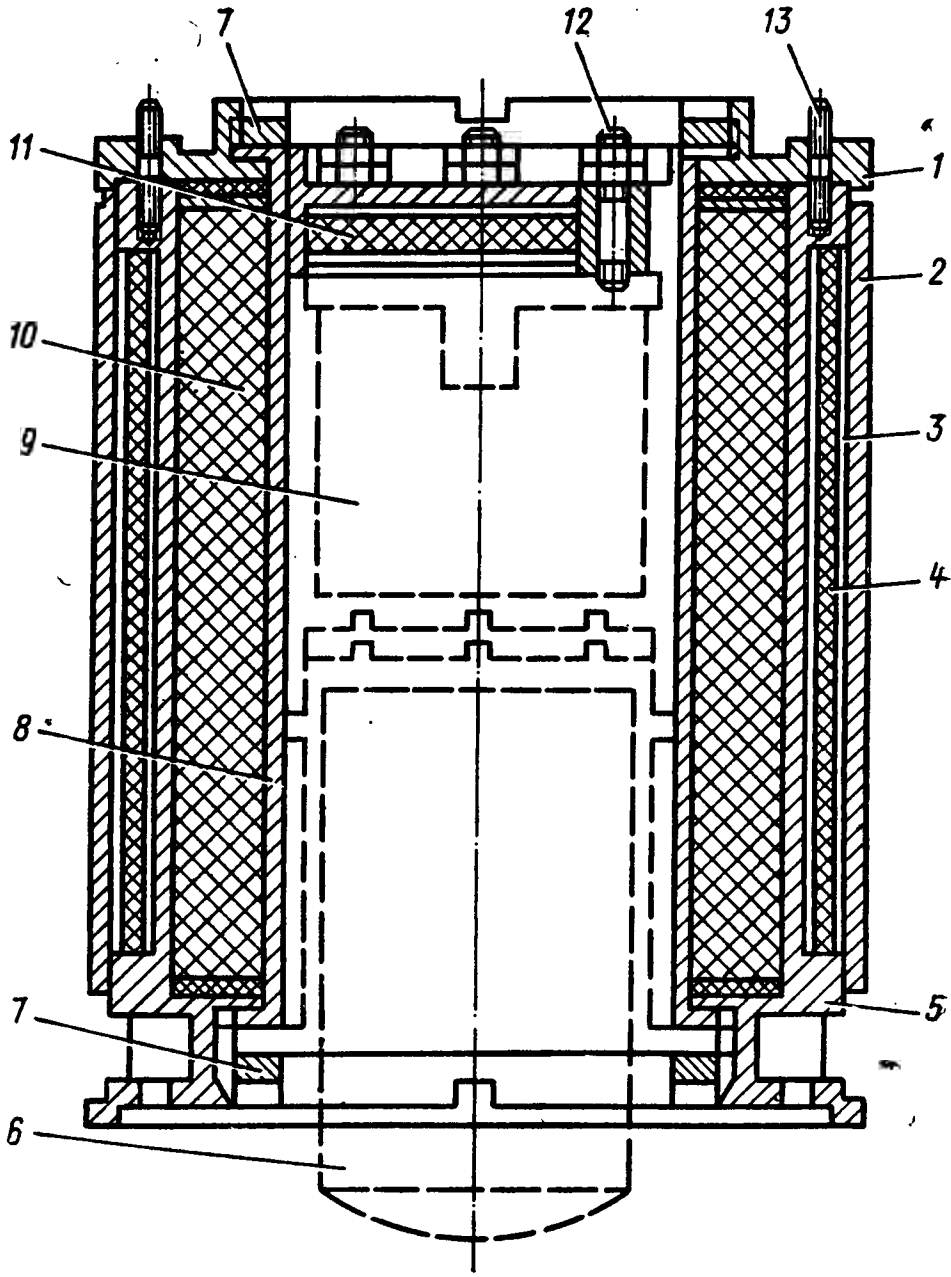


Рис. 2.12. Боевая часть:

1 — крышка; *2* — обечайка; *3* — стержень; *4* — стеклоткань; *5* — наружная оболочка; *6* — блок питання; *7* — прижимное кольцо; *8* — внутренняя оболочка; *9* — предохранительно-исполнительный механизм; *10* — боевой заряд; *11* — дополнительный детонатор; *12* и *13* — шпильки

Двигательная установка

Двигательная установка (рис. 2.13) предназначена для сообщения ракете поступательного движения с заданной скоростью на стартовом участке и поддержания среднего ее значения на маршевом участке траектории полета ракеты и состоит из двигателя, заряда и воспламенительного устройства.

Двигательная установка представляет собой однокамерный двухрежимный реактивный двигатель на твердом топливе с постоянным критическим сечением сопла.

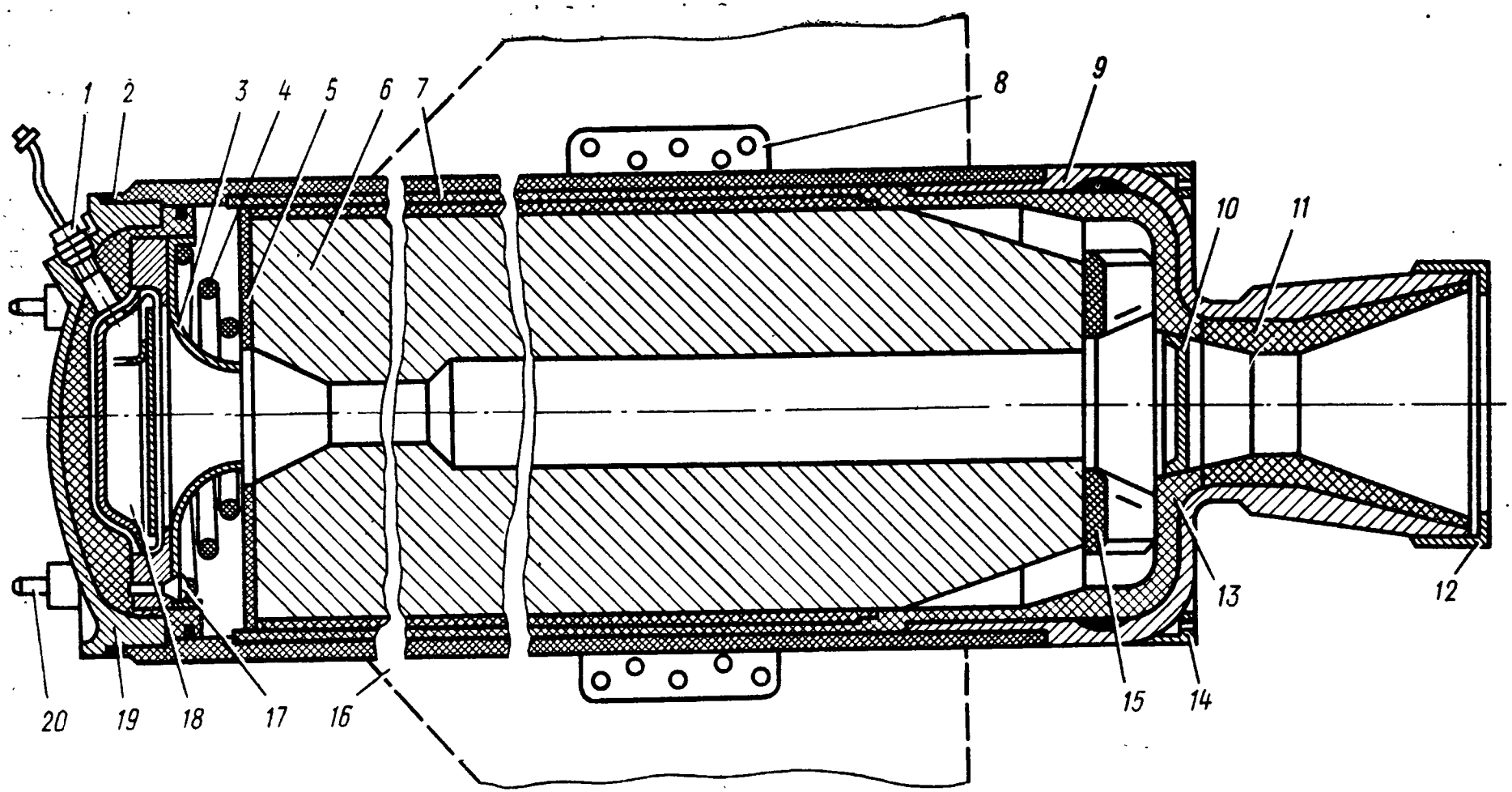


Рис. 2.13. Двигательная установка:

1 — электровоспламенитель; *2* — компенсационное кольцо; *3* — насадок; *4* — пружина; *5* — диск; *6* — заряд; *7* — камера; *8* — бобышка; *9* — сопловой блок; *10* — колпачок; *11* — вкладыш; *12* — гайка; *13* — опора; *14* — шпангоут; *15* — диафрагма; *16* — крыло; *17* — винт; *18* — воспламенитель; *19* — передняя крышка; *20* — шпилька

Двигатель состоит из камеры *7*, соплового блока *9*, насадка *3*, пружины *4*, диска *5* и компенсационного кольца *2*.

Заряд представляет собой цилиндрический моноблок твердого топлива со ступенчатым цилиндрическим каналом. Часть наружной цилиндрической поверхности бронирована.

Воспламенительное устройство состоит из воспламенителя *18* и электровоспламенителя.

При поступлении команды «Пуск» из аппаратуры запуска на электровоспламенитель подается импульс тока. Электровоспламенитель срабатывает, форс его пламени пробивает ослабленный участок боковой поверхности чашки воспламенителя и зажигает дымный порох, который воспламеняет пиротехнический состав.

Продукты горения пиротехнического состава направляются с помощью насадка на заряд и воспламеняют его. Горение заряда происходит по небронированным поверхностям. Давлением газов прорывается колпачок *10*, и через сопло двигателя происходит истечение газов, образующихся при горении заряда, в результате создается сила тяги, сообщающая ракете начальную стартовую скорость.

Давлением газов поворачиваются флажки механизма стопорения контейнера, ракета освобождается от механической связи с контейнером и стартует. Электрическая связь с контейнером разрывается, когда керамический нож контейнера срезает отрезной жгут. Другое отрезное устройство перерезает трубопровод, подводящий азот к ГСН.

Ракета 9М37 (9М37М) в полете подвергается воздействию возмущающих кренящих моментов, обусловленных рядом причин. Основное возмущение вносит обтекающий ракету, возмущенный ее рулями воздушный поток (так называемый момент косого обдува), который вращает ракету вокруг продольной оси. Несмотря на то что измерительная и исполнительная системы находятся на борту ракеты и их положение всегда известно, тем не менее вследствие запаздывания момента исполнения команд управления относительно момента измерения ошибки наведения, обусловленного инерционностью элементов блока управления (ГСН и автопилота) и самой ракеты, вращение ракеты по крену является источником ошибок наведения. При значительной угловой скорости по крену ракета может стать неуправляемой, например, при повороте за время запаздывания на угол 90° вместо необходимого маневра в вертикальной плоскости (по высоте) ракета будет совершать маневр в наклонной плоскости (по направлению). Ограничение угловой скорости вращения ракеты по крену позволяет уменьшать возникающие по причине запаздывания ошибки до допустимой величины.

Канал крена предназначен для ограничения угловой скорости вращения ракеты.

В состав канала крена входят газогенератор и блок крена.

Газогенератор, размещенный на контейнере, предназначен для разгона роторов блока крена и состоит из камеры, в которой

помещается пороховой заряд, электровоспламенителя и газопроводов со штуцером.

Блок крена располагается вокруг сопла двигателя в районе его критического сечения и состоит из корпуса, рамок с роторами, имеющими лопатки на ободе. Каждая рамка связана с помощью рычагов с одной из двух пар элеронов, являющихся исполнительными элементами канала крена.

При поступлении команды «Пуск» из аппаратуры запуска на электровоспламенитель подается импульс тока, форс пламени которого воспламеняет пороховой заряд. Газы, образующиеся при горении заряда, по газопроводу поступают на лопатки роторов и приводят их во вращение (4733 $с^{-1}$). В полете ракеты роторы работают на выбеге (через 11 с — 283 $с^{-1}$). При крене ракеты роторы за счет гироскопического момента удерживают элероны в исходном положении, создавая аэродинамический тормозящий момент, который будет ограничивать угловую скорость вращения ракеты.

Блок питания ракеты 9Б146

Блок питания 9Б146 (рис. 2.14) предназначен для обеспечения бортовым электропитанием (28 В) головки самонаведения, автопилота и взрывательного устройства ракеты и состоит из электро-

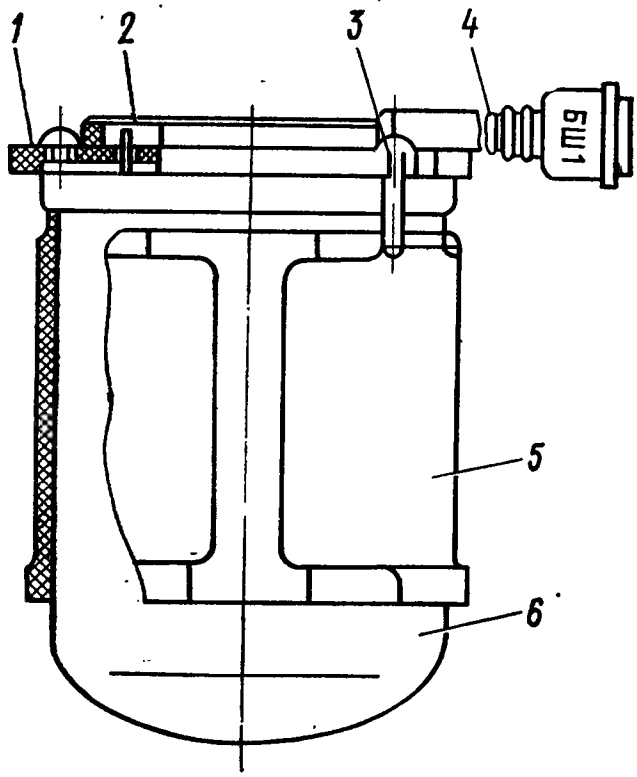


Рис. 2.14. Блок питания:
1 — плата; *2* — диск; *3* — винт; *4* — жгут с разъемом; *5* — корпус; *6* — электробатарея

батареи *6*, корпуса *5*, платы *1* с диском *2* и жгута с разъемом. Несущим элементом блока питания является цилиндрический

корпус *5*, имеющий два фланца. В корпус помещается электробатарея (рис. 2.15), которая состоит из корпуса *1*, пакета химических элементов *2*, электровоспламенителя *6* и крышки *5*. В пакет химических элементов входят последовательно соединенные

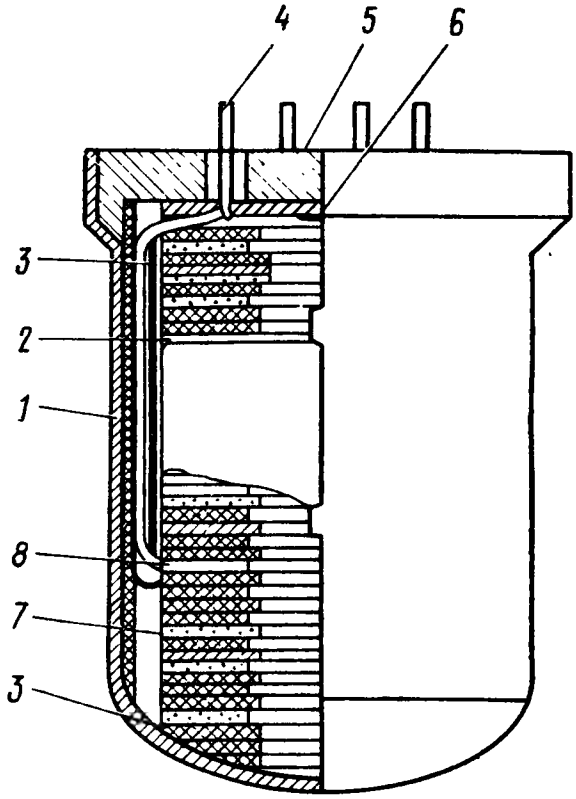


Рис. 2.15. Электробатарея:

1 — корпус; *2* — пакет элементов; *3* — изоляционные прокладки; *4* — контакт; *5* — крышка; *6* — электровоспламенитель; *7* — пиронагреватель; *8* — элемент

электрохимические элементы *8*, между которыми размещены пиронагреватели, имеющие форму кольцевых шайб. В верхней части пакета элементов в центре канала, образованного химическими элементами и пиронагревателями, установлен электровоспламенитель *6*. Корпус *1* закрыт крышкой *5*, на которой находятся выводы электрохимических элементов и электровоспламенителя.

Принцип действия электробатареи основан на работе электрохимической системы, в которой активным веществом положительного электрода является сульфат свинца, а активным веществом отрицательного электрода — металлический кальций. Электролит — твердосолевой, состоит из солей хлористого калия и хлористого лития.

При поступлении команды «Пуск» импульс тока подается на электровоспламенитель, который срабатывает, в результате чего форс пламени направляется по каналу и воспламеняет пиронагреватели. Пиронагреватели, воспламеняясь, выделяют тепло, в результате чего электролит переходит в расплавленное состояние и электробатарея (примерно через 1 с) выходит на режим, вырабатывая напряжение постоянного тока 28 В.

Контейнер 9Д32

Контейнер ракеты 9М37 (9М37М) служит для пуска ракеты с направляющих ПУ, защиты ракеты от газопламенной струи двигателей соседних ракет, а также для транспортирования, хранения ракеты, защиты ее от механических и атмосферных воздействий.

Контейнер (рис. 2.16) состоит из корпуса, переднего узла, отрезных устройств, блока безопасности ракеты, блока юстировки ракеты в контейнере, механизма стопорения, штепсельных разъемов. Кроме того, на контейнере размещены газогенераторы канала крена и блок азотного питания.

Корпус контейнера выполнен из профилированных стенок-панелей, к которым крепятся силовые элементы: упоры, замки и траверсы. В корпусе винтами закреплены направляющие, по которым движется ракета. В задних отсеках корпуса имеется шесть окон для сброса давления пороховых газов при старте ракеты (для исключения раздутия контейнера окна закрыты стеклотекстолитовыми щитками и проклеены капроновой тканью).

Передний узел состоит из переднего шпангоута, крышки и механизма открывания крышки контейнера. Крышка обеспечивает сохранность ракеты при обращении с ней, а также защиту ее от газопламенной струи при старте соседней ракеты. Крышку в закрытом положении удерживает фиксатор, находящийся в зацеплении с сектором механизма открывания. Механизм открывания фиксирует крышку в закрытом положении и открывает ее перед стартом ракеты по команде «Слежение».

В контейнере имеются два **отрезных устройства.** Отрезное устройство служит для перерезания при старте жгута, соединяющего ракету с контейнером. В качестве отрезного устройства применен керамический нож, что исключает закорачивание выходных цепей аппаратуры запуска при срезании жгута. Второе отрезное устройство служит для срезания переходного трубопровода, соединяющего ракету с блоком азотного питания при старте ракеты. Здесь применен металлический нож.

Блок безопасности служит для защиты цепей пирозапалов от наводимых токов внешних электромагнитных полей.

Блок юстировки служит для формирования электрического сигнала, обеспечивающего совмещение оптической оси ГСН с оптической осью визира в режиме арретирования ГСН.

Механизм стопорения служит для крепления ракеты в контейнере и исключения ее продольного перемещения. Механизм стопорения состоит из траверсы, двух защелок и двух флажков с пружинами. После установки ракеты в контейнер торец траверсы закрывается крышкой и закрепляется хомутом.

Штепсельные разъемы служат для электрического соединения контейнера с аппаратурой запуска 9В385М. При отсутствии ракет на направляющих разъемы закрыты крышками.

Крепление контейнера к направляющим люльки осуществля-

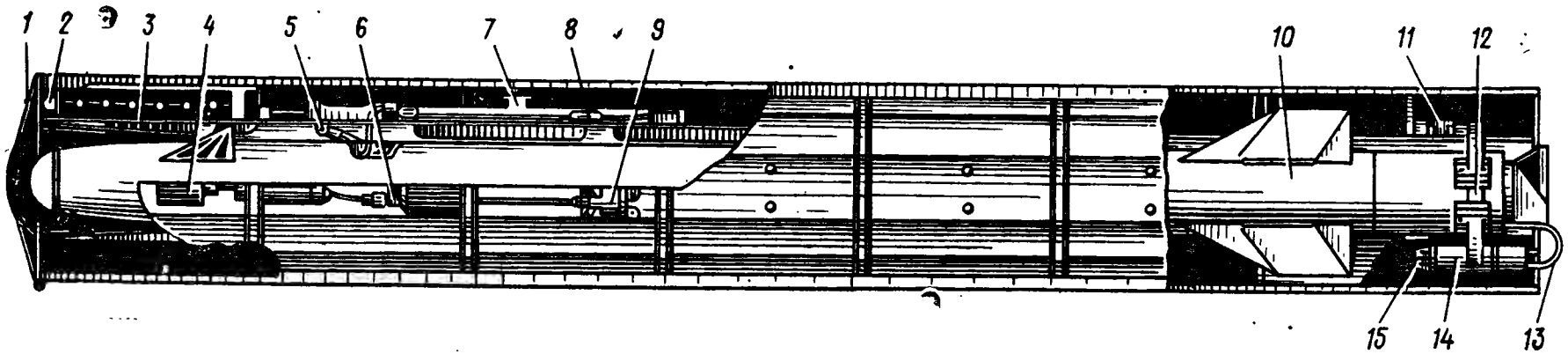


Рис. 2.16. Контейнер 9Д32:

1 — крышка; *2* — механизм открывания; *3* — походный узел стопорения; *4* — блок юстировки ракеты; *5* — отрезное устройство бортового электропитания; *6* — блок безопасности запальных цепей; *7* — бугель передний; *8* — блок коммутации; *9* — блок безопасности стартового двигателя; *10* — ракета 9М37; *11* — бугель задний; *12* — блок стабилизации ракеты по крену; *13* — трубопровод порохового газогенератора; *14* — пороховой газогенератор 9Б147; *15* — электровоспламенитель 9Х251

ется с помощью двух силовых бугелей, которые размещены на верхней панели корпуса контейнера.

Блок азотного питания закреплен на боковой панели контейнера и состоит из щита, двух баллонов, блока безопасности и клапана.

Щит является несущей частью, на которой размещены два баллона с азотом. Оба баллона с помощью трубок соединены с клапаном, а клапан соединен с контейнером с помощью трубки. Блок безопасности обеспечивает защиту пирозапалов от срабатывания за счет токов, наводимых внешними электромагнитными полями.

Особенности ракеты 9М37М

Основным отличием ракеты 9М37М от ракеты 9М37 является наличие в автопилоте блока астатизма (БАС), принцип работы которого заключается в преобразовании отфильтрованных напряжений, пропорциональных угловым скоростям линии визирования ракета — цель, в переменные напряжения прямоугольной формы и суммировании их. В результате на выходе блока астатизма вырабатывается сигнал, который через ключ поступает на вход усилителя огибающей ГСН в виде увода (коррекции), который ликвидирует ошибку сопровождения гирокоординатора ГСН и придает ей свойство памяти по направлению и скорости движения цели в случае кратковременного пропадания сигнала от цели.

В условиях сброса помех автопилот работает аналогично описанному выше, но дополнительно по сигналам с ГСН оператор тумблерами РЕЖИМ ПСП и ПСП на пульте оператора включает схему помехозащиты — блока селекции помех, которая автоматически обеспечивает отстройку ГСН от помех.

Схема селекции состоит из суммирующего усилителя и ключевого каскада. Принцип ее работы заключается в создании (электрическим способом) сектора пониженной чувствительности в поле зрения ГСН, положение которого зависит от взаимного расположения помехи и цели.

Основными сигналами, определяющими расположение сектора пониженной чувствительности, являются сигналы, вырабатываемые ГОН головки самонаведения, и вектор суммарной скорости линии визирования ракета — цель (для случая сопровождения цели до пуска) или вектор суммарного угла пеленга (для случая сопровождения цели во время полета ракеты). Схема помехозащиты обеспечивает отстройку от помех как зависших на парашюте, так и свободно падающих.

§ 2.3. ЗЕНИТНАЯ УПРАВЛЯЕМАЯ РАКЕТА 9М31М

Зенитная управляемая ракета 9М31М предназначена для поражения низколетящих воздушных целей на высотах от 30 до 3500 м при скоростях полета до 310 м/с на встречных курсах и

до 220 м/с на догонных курсах и маневрирующих с перегрузкой до 3 единиц.

Поражение целей ракетой 9М31М при стрельбе обеспечивается днем на догонных и встречных курсах, а ночью — только на догонных курсах.

ЗУР 9М31М представляет собой одноступенчатую малогабаритную твердотопливную ракету, выполненную по аэродинамической схеме «утка».

Ракета наводится на цель системой пассивного самонаведения по методу пропорциональной навигации.

Ракета содержится в герметизированном контейнере 9Я23. При хранении контейнер помещается в деревянную парковую укупорку.

Ракета состоит из пяти отсеков (рис. 2.17):

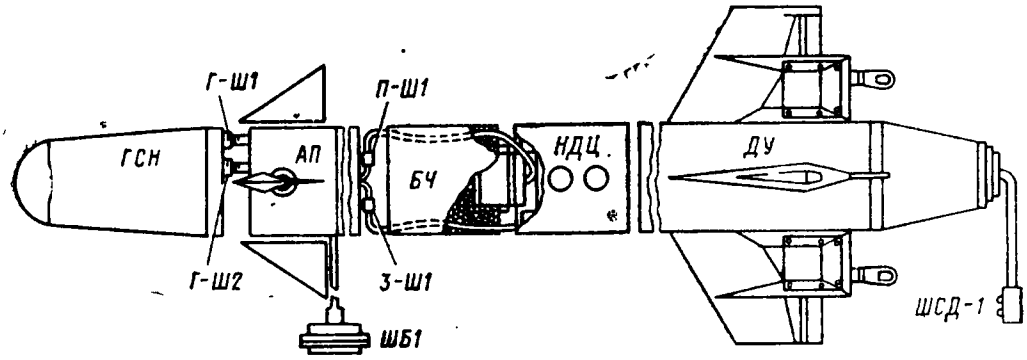


Рис. 2.17. Зенитная управляемая ракета 9М31М

отсек № 1 — головка самонаведения (ГСН);

отсек № 2 — автопилот, в котором конструктивно размещены блок питания и контактный датчик цели взрывательного устройства;

отсек № 3 — боевая часть с предохранительно-исполнительным механизмом;

отсек № 4 — неконтактный датчик цели;

отсек № 5 — двигательная установка, на которой размещены крылья с роллеронами.

Тактико-технические характеристики ракеты 9М31М:

калибр — 120 мм;
длина — 1803 мм;
размах крыльев — 360 мм;
масса — 30,5 кг;
масса ракеты с контейнером — 55 кг;
масса ракеты с контейнером в укупорке — 95 кг;
масса боевой части — 2,75 кг;
масса ВВ — 1 кг;
дальность поражения целей — до 4200 м;
средняя скорость полета — 500 м/с;
максимальная скорость полета — 536 м/с;

зона ограничения стрельбы в направлении солнца — не менее ±25°;

время боеготовности — 6 с.

По своему устройству и принципу действия ракета 9М31М аналогична ракете 9М37, но имеет ряд отличий.

1. Оптическая система ГСН рассчитана для приема только одного диапазона волн. Информация о цели содержится в энергетическом контрасте между излучениями цели и окружающего фона.

2. Боевая часть — осколочно-фугасного типа. Цель поражается образующимися при взрыве осколками корпуса и ударной волной.

3. Для ограничения угловой скорости вращения ракеты относительно продольной оси (по крену) в каждой консоли крыльев установлен роллерон. Каждый роллерон состоит из ротора с рамкой, который с помощью ленты контейнера при старте ракеты раскручивается и совместно с рамкой образует гироскоп с двумя степенями свободы. В полете ротор вращается по инерции (работает на выбеге).

4. Заряд двигательной установки состоит из стартовой и маршевой шашек. Маршевый заряд бронирован по торцам и частично по цилиндрической поверхности. Стартовый заряд бронирован только с одного, заднего торца.

5. Контейнер представляет собой армированный пластмассовый короб, закрытый с переднего торца откидной пластмассовой крышкой, а с заднего — крышкой из стеклопластика. Для компенсации перепада наземного атмосферного давления, а также перепада давления при подъеме на высоту до 3 км в контейнере имеются компенсационные мешки.

Глава 3

БОЕВАЯ МАШИНА 9А35М (9А34М)

§ 3.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ БОЕВОЙ МАШИНЫ

Боевая машина (БМ) 9А35М входит в состав легкого ЗРК 9К35М и предназначена для обеспечения предпусковой подготовки ракет 9М37, 9М37М, 9М31М и пуска их по низколетящим воздушным целям.

Боевой машине с пассивным радиопеленгатором 9С16 присвоен индекс 9А35М, а БМ без радиопеленгатора — индекс 9А34М. В тексте, относящемся к БМ 9А35М и 9А34М, указывается только индекс 9А35М. При необходимости различие между ними оговаривается особо.

В состав боевой машины входят:

шасси (изделие 35) — многоцелевой тягач легкий, бронированный (МТ-ЛБ);

пусковая установка с четырьмя направляющими и приводами наведения;

аппаратура запуска 9В385М;

аппаратура оценки зоны 9С86;

средства обнаружения цели — пассивный радиопеленгатор 9С16 (только для БМ 9А35М);

средства опознавания цели — наземный радиолокационный запросчик 1РЛ246-10;

средства прицеливания — оптический визир 9Ш127 и визир грубой наводки;

средства связи и приема целеуказаний — аппаратура 9С612, катушка ТК-2 с телефонным кабелем для проводной связи с пунктом управления и другими боевыми машинами, навигационная аппаратура ТНА-3, указатель азимута, буссоль;

система электропитания.

В БМ также размещены:

возимый боекомплект — 8 ракет 9М37М (9М37, 9М31М);

дополнительное вооружение — пулемет ПКМБ с боекомплектом к нему (1000 патронов), ручные гранаты, личное оружие расчета, спасательные жилеты.

§ 3.2. ПУСКОВАЯ УСТАНОВКА

Пусковая установка предназначена для наведения ракеты на цель, слежения за целью и пуска ракет. Она смонтирована в кормовой части тягача на шаровом погоне и состоит из башни с подвеской, станка и люльки (рис. 3.1). Для наведения на цель ПУ оборудована механизмами наведения с силовыми следящими приводами.

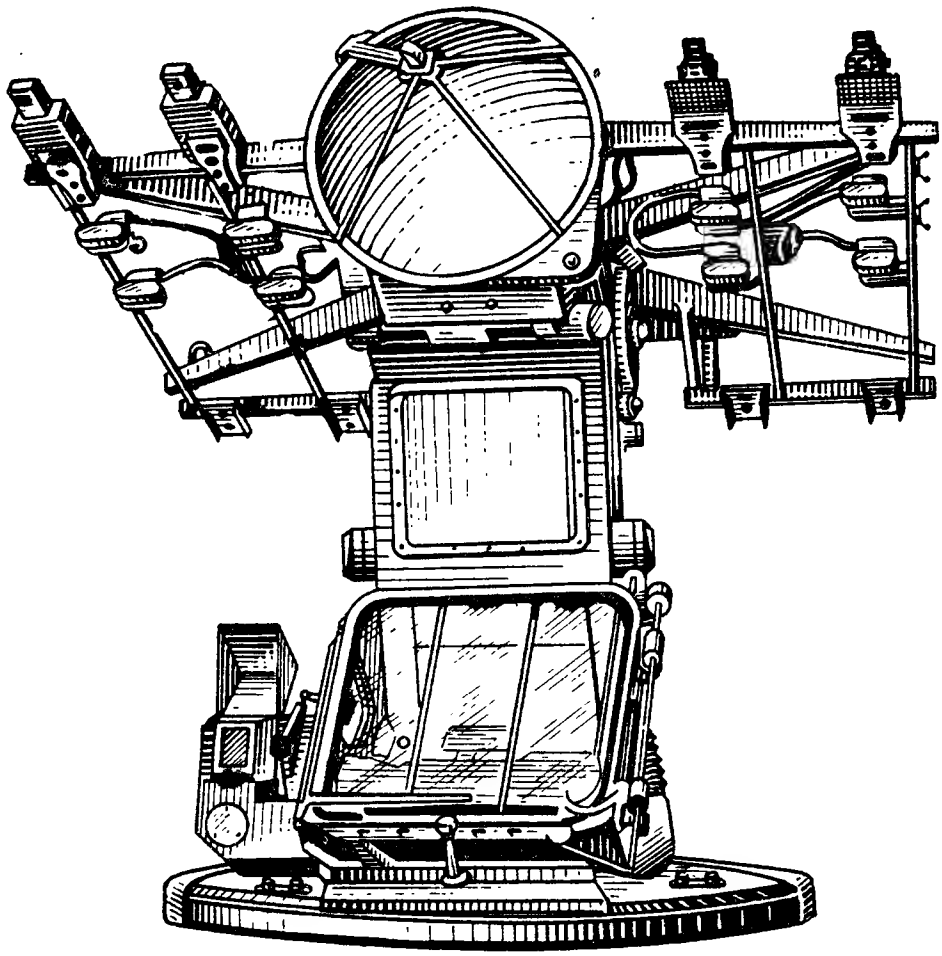


Рис. 3.1. Пусковая установка

Пусковая установка имеет следующие углы наведения: по горизонту — без ограничения, по углу места — от —5 до +80°.

Для управления пусковой установкой при ее наведении служит пульт наведения, установленный перед оператором на откидном кронштейне. Наведение по вертикали производится поворотом ручек пульта наведения вверх-вниз, наведение по горизонту и переброс установки на 180° — поворотом корпуса пульта вправо-влево.

Перевод ПУ из походного положения и обратно происходит с помощью специального электрического привода. Привод перевода имеет ручной дублер.

Люлька является одним из основных узлов ПУ. С помощью люльки осуществляется наведение ПУ на цель, запуск ракет из

контейнеров, транспортирование ракет в контейнерах как в походном, так и в боевом положении. На люльке размещены элементы аппаратуры.

Станок является несущей частью ПУ и представляет собой сварную конструкцию из стальных труб и листов.

Внутри станка размещены механизмы вертикального наведения, помпа воздушная аппаратуры 9С86, уравновешивающий механизм люльки.

Пружинный уравновешивающий механизм предназначен для компенсации момента неуравновешенности люльки и обеспечения плавного ее наведения.

Башня является одним из несущих элементов конструкции ПУ и предназначена для защиты оператора от воздействия внешних факторов. Башня сварена из листов броневой стали. Основание башни закреплено на шаровом погоне, внешнее кольцо которого опирается на крышу базовой машины.

На правой стенке башни размещены оптический визир 9Ш127 и визир грубой наводки со шкалой углов возвышения ПУ.

Передняя часть башни закрыта пулестойким защитным стеклом, установленным под углом 45° к плоскости горизонта. Стекло предназначено для визуального наблюдения за боевой обстановкой и защиты оператора от пуль, осколков и газопламенной струи ракеты. Стекло можно открывать при любых углах возвышения люльки, за исключением углов 1-40—6-00 (10—36°), так как визир грубой наводки будет находиться в зоне работы механизма открывания стекла. Для компенсации момента от собственного веса стекло устанавливается на торсионе, который закреплен одним концом в кронштейне башни, а другим — в раме стекла. В рабочем положении стекло должно быть закрыто.

Механизм открывания стекла позволяет открыть его на угол около 6° для проветривания башни и полностью в аварийной ситуации.

Защитное стекло представляет собой стекло-блок в металлической раме и состоит из двух силикатных и одного органического стекла, склеенных прозрачными слоями и обеспечивающих безосколочность в случае их разрушения.

Внутреннее и среднее стекла являются силовыми элементами, воспринимающими внешние динамические нагрузки. На внешнем стекле расположен электронагревательный элемент.

Система обогрева защитного стекла служит для предотвращения обледенения или запотевания его в холодное время года. Включение обогрева защитного стекла производится на пульте ПО-2 тумблером ОБОГРЕВ СТЕКЛА.

Для очистки стекла от пыли и водяных брызг на раме установлен механизм стеклоочистки, состоящий из двух стеклоочистителей, соединенных между собой плечами и рычагами. Привод изнутри башни ручной.

Дополнительно для очистки от пыли и грязи предусмотрен обмыв стекла.

§ 3.3. БАЗОВАЯ МАШИНА

Многоцелевой тягач — легкий, бронированный (МТ-ЛБ), представляет собой плавающую гусеничную машину, входящую в состав боевой машины 9А35М (9А34М), и предназначен для транспортирования на своей платформе зенитных средств.

Машина состоит из следующих основных частей: корпуса, силовой установки, силовой передачи, ходовой части, электрооборудования и специального оборудования.

Корпус машины — сварной, водонепроницаемый, закрыт броневой крышей. В носовой части корпуса размещены агрегаты силовой передачи и отделение управления. В отделении управления размещены механизм управления и два сиденья. В средней части корпуса в специальном отделении размещен двигатель со всеми его агрегатами и системами. В кормовой части корпуса установлены четыре топливных бака: два — на днище и два — в боковых полостях корпуса.

Силовая установка является источником механической энергии, приводящей базовую гусеничную машину в движение. Она состоит из двигателя и обслуживающих его систем смазки, охлаждения и подогрева, питания топливом, питания воздухом и запуска.

Двигатель ЯМЗ-238В — восьмицилиндровый, с *V*-образным (под углом 90°) расположением цилиндров, четырехтактный, бескомпрессорный, быстроходный дизель, жидкостного охлаждения, с непосредственным впрыском топлива. Двигатель установлен на подмоторной раме, приваренной к днищу корпуса; расположение — продольное. В состав двигателя входят кривошипно-шатунный механизм и механизм газораспределения.

Кривошипно-шатунный механизм предназначен для преобразования возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала. Состоит из неподвижных и подвижных частей. К неподвижным частям относятся блок цилиндров, головка блока цилиндров и прокладка для уплотнения стыка между ними. К подвижным частям относятся коленчатый вал и восемь шатунных и поршневых групп.

Механизм газораспределения предназначен для впуска воздуха в цилиндры двигателя и для выпуска отработавших газов в определенные моменты по углу поворота коленчатого вала двигателя. Он состоит из следующих частей: распределительного вала, клапанов, толкателей и штанг-коромысел с регулировочными винтами (рис. 3.2).

Система смазки двигателя — циркуляционная, смешанная, с мокрым картером, емкостью 28 л, предназначена для смазки трущихся поверхностей, а также отвода от них тепла и продуктов износа.

Система смазки состоит из двухсекционного шестеренного насоса, фильтра грубой очистки, фильтра тонкой очистки (центробежного маслоочистителя), масляного радиатора, дифференциаль-

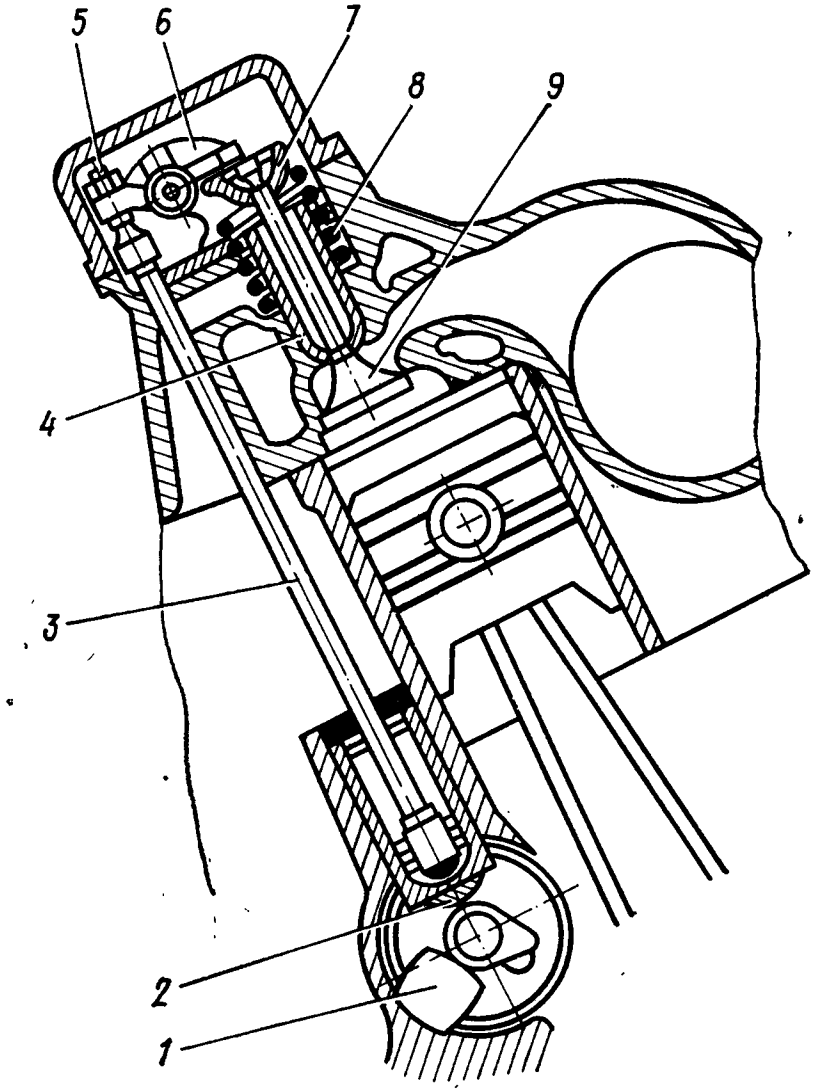


Рис. 3.2. Механизм газораспределения:

1 и *2* — толкатели; *3* — штанга; *4* — направляющая втулка; *5* — регулировочный винт; *6* — коромысло; *7* — тарелка; *8* — пружина; *9* — клапан

ного клапана, контрольно-измерительных приборов и трубопроводов.

Заправка масла осуществляется через заливную горловину левой головки блока цилиндров. Замер уровня масла в картере производится щупом в правой половине картера.

Во время работы двигателя циркуляция масла в системе смазки создается шестеренным масляным насосом (рис. 3.3).

Масло из картера двигателя через маслозаборник засасывается основной нагнетающей секцией маслонасоса и подается к фильтру грубой очистки. Из фильтра грубой очистки масло поступает в центральный масляный канал, а оттуда по каналам в блоке — к подшипникам коленвала и распределительным валам. Если разность давления масла до и после фильтра при его загрязнении или большой вязкости достигает 180—225 кПа, перепускной клапан открывается и часть неочищенного масла подается непо-

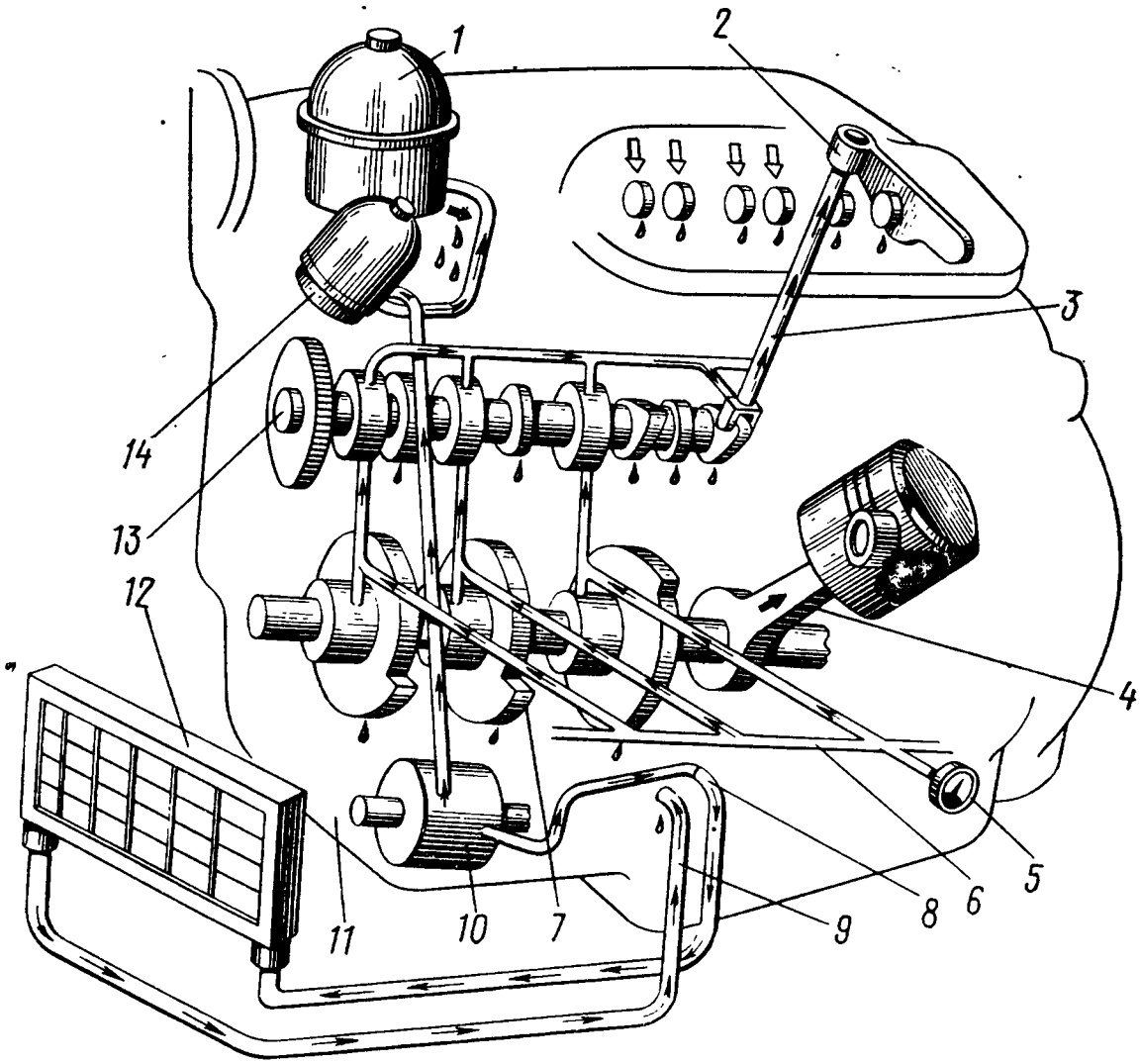


Рис. 3.3. Схема системы смазки двигателя:

1 — фильтр тонкой очистки масла; *2* — коромысло клапана; *3* — штанга толкателя; *4* — шатун; *5* — манометр; *6* — центральный масляный канал; *7* — коленчатый вал; *8* — подвод масла к масляному радиатору; *9* — слив масла из радиатора в поддон; *10* — масляный насос; *11* — масляный поддон; *12* — радиатор; *13* — распределительный вал; *14* — фильтр грубой очистки масла

средственно в масляную магистраль. Под давлением смазываются подшипники верхних головок шатунов, все пары привода клапанов и подшипник промежуточной шестерни привода маслонасоса. Остальные детали двигателя смазываются разбрызгиванием. После смазки масло сливается в картер двигателя. Для поддержания давления в центральной масляной магистрали предусмотрен редукционный клапан основной секции маслонасоса.

Система охлаждения двигателя — жидкостная, принудительная, закрытого типа, обеспечивает нормальный температурный режим работы двигателя как при низких, так и при высоких температурах окружающего воздуха (от —45 до +45 °С). Вместимость системы 55 л.

Система охлаждения состоит из водяного насоса, водяного радиатора, расширительного бачка с паровоздушным клапаном, двух термостатов, центробежного вентилятора, редуктора вентилятора,

трубопроводов, жалюзи, клиновых ремней и натяжного устройства ремней.

Охлаждающая жидкость в системе охлаждения (рис. 3.4) может циркулировать двумя потоками:

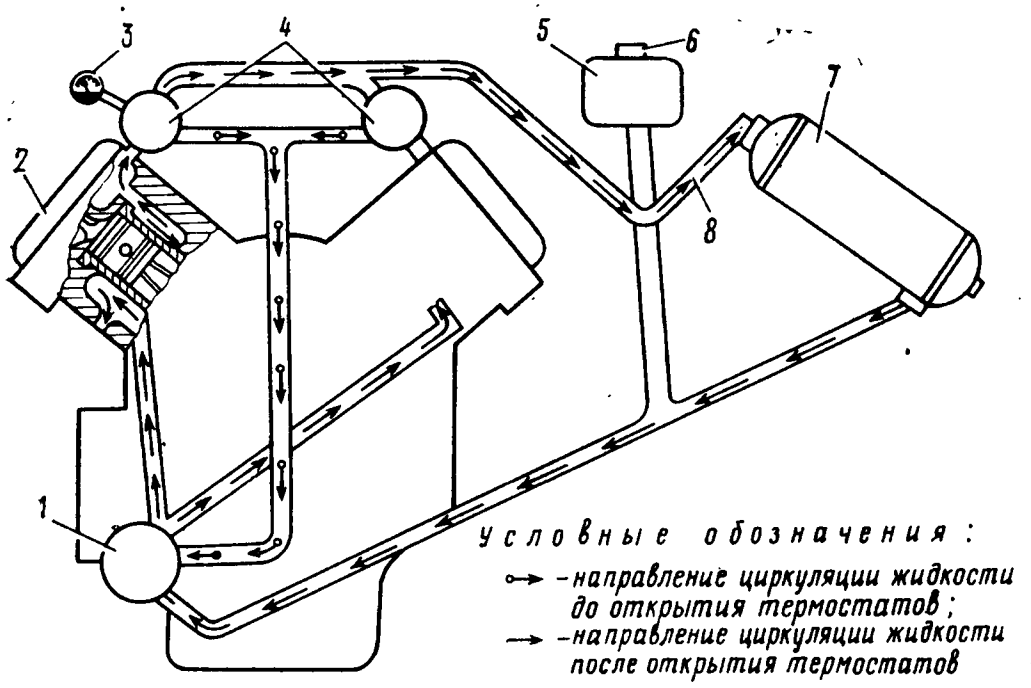


Рис. 3.4. Схема системы охлаждения двигателя:

1 — водяной насос; *2* — двигатель ЯМЗ-238Б; *3* — электротермометр; *4* — термостаты; *5* — расширительный бачок; *6* — паровой клапан; *7* — водяной радиатор; *8* — трубопроводы

при температуре охлаждающей жидкости ниже 70 °С основной клапан термостата закрыт и при работающем двигателе водяной поток направляется от водяного насоса в водяные рубашки блоков и головок блока цилиндров, минуя радиатор, и снова к водяному насосу;

при температуре охлаждающей жидкости 70 °С и выше основной клапан термостата открывается и охлаждающая жидкость будет циркулировать и через радиатор.

В качестве охлаждающей жидкости используется: летом — вода с трехкомпонентной присадкой (нитрит натрия $NaNO_2$, тринатрий фосфат Na_3PO_4, калиевый хромпик $K_2Cr_2O_7$, по 50 г каждого на 100 л воды); зимой — антифриз марки 40 и марки 65 в зависимости от температуры окружающего воздуха.

Система подогрева служит для обеспечения пуска двигателя и поддержания его прогретым без пуска в зимних условиях эксплуатации. Она обеспечивает подогрев жидкости в системе охлаждения, масла в картере двигателя и масляном баке главной передачи.

Система питания топливом (рис. 3.5) служит для хранения топлива, его очистки и подачи под давлением в цилиндры двигателя. Общая вместимость системы 520 л. Применяются

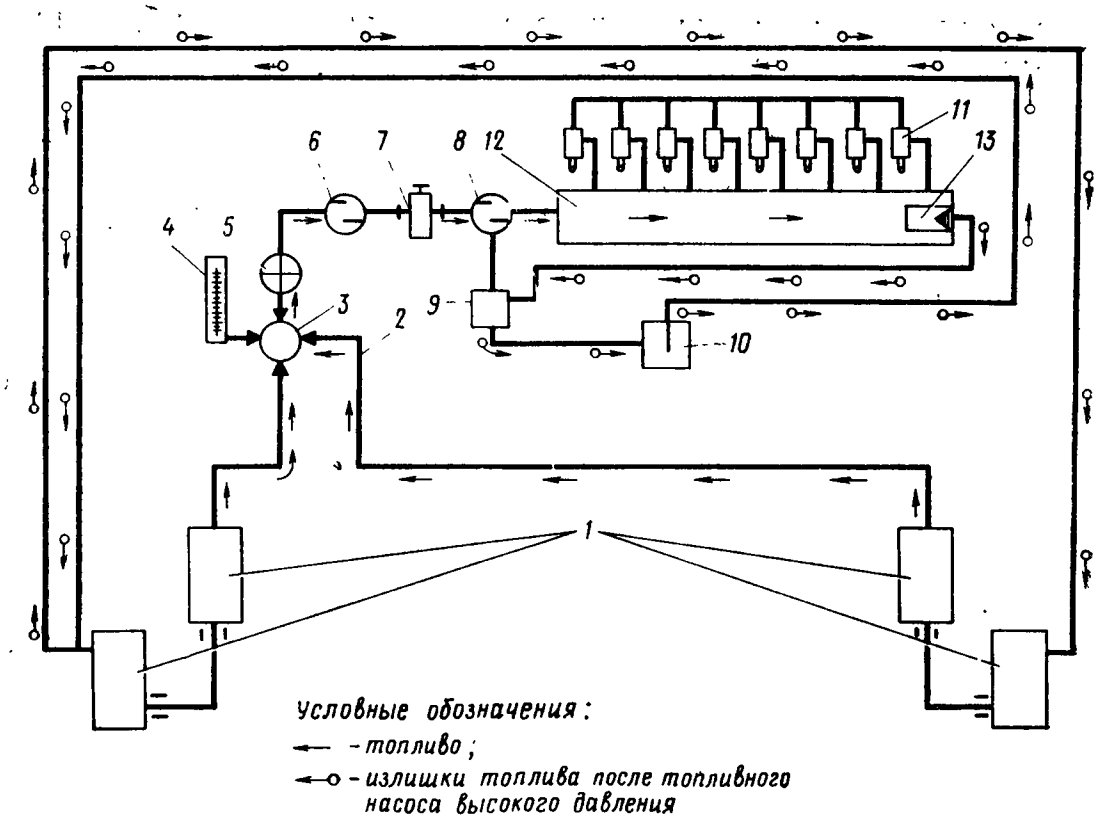


Рис. 3.5. Схема топливной системы:

1 — баки; *2* — топливопроводы; *3* — топливораспределительный кран; *4* — топливомер; *5* — насос РНА; *6* — фильтр грубой очистки; *7* — насос подкачивающий; *8* — фильтр тонкой очистки; *9* — жиклер; *10* — бачок подогревателя; *11* — форсунка; *12* — топливный насос высокого давления; *13* — клапан перепускной

дизельные топлива марки ДЛ (при температуре окружающего воздуха от +5 °С и выше), ДЗ (от +5 до —30 °С) и ДА (от —30 °С и ниже).

Система питания двигателя топливом состоит из четырех топливных баков, топливораспределительного крана, фильтров грубой и тонкой очистки, ручного подкачивающего насоса, насоса высокого давления с регулятором автоматической муфты опережения впрыска, топливоподкачивающего насоса, форсунки, топливомера, топливопроводов высокого и низкого давления.

При работе двигателя топливо под влиянием разрежения, создаваемого топливоподкачивающим насосом, закачивается из баков и подается через фильтры грубой и тонкой очистки к насосу высокого давления.

Из насоса высокого давления топливо по топливопроводам высокого давления подается к форсункам. Излишки топлива, а вместе с ними и попавший в систему воздух отводятся через перепускной клапан топливного насоса, жиклер фильтра тонкой очистки и сливные топливопроводы в топливный бачок системы подогрева и оттуда в топливный бак.

Система питания воздухом служит для забора воздуха, очистки его от пыли и подачи в цилиндры двигателя. Она состоит из воздухоочистителя, воздухозаборной трубы, привода

переключения забора воздуха и соединительного патрубка впускных коллекторов. Воздухоочиститель имеет две ступени очистки: первая ступень — сухая, инерционная, с автоматическим удалением пыли; вторая ступень — фильтрующие кассеты с проволочной набивкой, смоченные в масле.

В холодное время года для сокращения времени разогрева двигателя забор воздуха производится из моторного отсека. Переключение осуществляется с помощью троса и фиксатора с места механика-водителя.

При эксплуатации МТ-ЛБ на плаву или в сильно запыленных условиях на воздухозаборник ставится удлинитель.

Силовая передача служит для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам машины.

Силовая передача состоит из главного фрикциона (сцепления), промежуточного редуктора, центральной карданной передачи, главной передачи и бортовых передач.

Главный фрикцион (рис. 3.6) — двухдисковый, сухого трения, постоянно замкнутый, предназначен:

для отключения двигателя от главной передачи во время переключения передач, при резком торможении машины и при пуске двигателя;

для плавной передачи нагрузки на двигатель при трогании с места машины;

для предохранения деталей двигателя и силовой передачи от поломок при резком изменении числа оборотов коленчатого вала двигателя или резком изменении нагрузки на ведущих колесах гусеничных движителей.

Выключается главный фрикцион с места механика-водителя с помощью привода управления.

При нажатии на педаль сцепления вал педали поворачивается и через рычаг перемещает тягу. Тяга через рычаг выключения сцепления поворачивает валик и вилку выключения. Муфта выключения с подшипником перемещает упорное кольцо и оттяжные рычаги в сторону маховика двигателя. Рычаги отводят нажимной диск. Под действием пружин ведущий диск отходит, освобождая ведомые диски, и главный фрикцион выключается.

Механизм выключения должен обеспечить величину полного хода муфты выключения не менее 18,2 мм с учетом свободного хода.

Для нормальной работы главного фрикциона механизм выключения необходимо отрегулировать так, чтобы обеспечивался свободный ход муфты выключения 3,2—4 мм.

Промежуточный редуктор служит для отбора мощности на водооткачивающий насос. Включение осуществляется с помощью рычага на редукторе.

Центральная карданная передача служит для передачи крутящего момента от вала промежуточного редуктора к первичному валу главной передачи без нарушения равномерности вращения вала главной передачи.

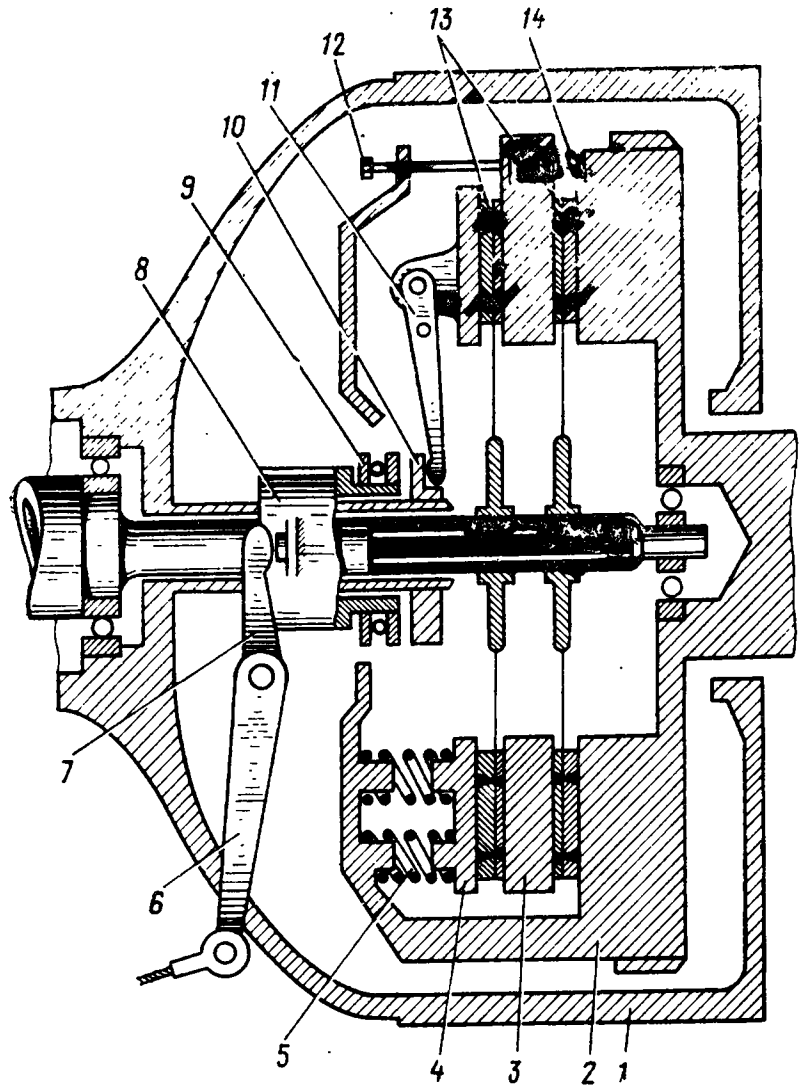


Рис. 3.6. Сцепление:

1 — картер маховика; *2* — маховик; *3* — средний ведущий диск; *4* — диск нажимной; *5* — пружина; *6* — валик выключения с рычагом; *7* — вилка включения; *8* — муфта; *9* — подшипник; *10* — кольцо упорное; *11* — рычаг оттяжной; *12* — болт регулировочный с контргайкой; *13* — диски ведомые; *14* — пружина отжимная

Главная передача — двухпоточная, предназначена:

для изменения тягового усилия на ведущих колесах при постоянном крутящем моменте на коленчатом валу двигателя;

для изменения скорости движения при постоянном числе оборотов коленчатого вала двигателя;

для разъединения двигателя с силовой передачей при пуске двигателя и работе его на остановках;

для обеспечения поворота машины.

Главная передача установлена в носовой части машины на опорах, приваренных к днищу. Она состоит из конической пары, коробки передач, двух планетарно-фрикционных механизмов поворота (ПФМП), правого и левого, смонтированных в одном картере.

Коробка передач — механическая, шестиступенчатая, с постоянным зацеплением шестерен. В ней имеется шесть передач для движения вперед и одна передача для движения назад.

ПФМП обеспечивает поворот машины с фиксированными радиусами поворота на каждой передаче и получение дополнительно (при установке рычагов управления в первое положение) пяти замедленных передач вперед и одной ускоренной назад.

Бортовая передача (БП) служит для передачи крутящего момента от ПФМП к ведущим колесам и представляет собой одноступенчатый планетарный редуктор, понижающий частоту вращения ведущего колеса ходовой части в шесть раз по сравнению с частотой вращения водила ПФМП. БП размещены в передней части машины.

В картере верхнее отверстие служит для заправки и контроля уровня масла, нижнее — для слива масла.

Ходовая часть состоит из гусеничного движителя и подвески.

Гусеничный движитель служит для преобразования вращательного движения ведущих колес в поступательное движение машины.

Он состоит из двух гусениц, двух ведущих колес, двух направляющих колес с натяжными устройствами и 12 опорных катков.

Гусеницы — металлические, мелкозвенчатые, с открытым шарниром. В гусенице 108 траков. Траки соединяются пальцами, один конец которых имеет головку, а другой расклепывается. Минимально допустимое количество траков в гусеничной ленте 98.

Ведущие колеса служат для перематывания гусеничных лент. Колеса надеваются на шлицы хвостовика водила бортовой передачи.

Направляющие колеса с натяжными устройствами служат для обеспечения натяжения гусениц и направления их во время движения машины. Они расположены в кормовой части корпуса.

Опорные катки служат для восприятия массы машины и распределения его по гусеничным лентам. Каток смонтирован на малой оси балансира на двух шарикоподшипниках.

Подвеска служит для смягчения толчков и ударов при движении машины. Подвеска — независимая, торсионная, состоит из 12 балансиров, 12 торсионных валов, 4 гидроамортизаторов и 4 пружинных упоров.

Стальные балансиры свободно качаются в кронштейнах на текстолитовых втулках, которые смазываются через отверстия снизу кронштейнов.

Торсионные валы являются упругими элементами подвески. Они стальные, невзаимозаменяемые. Правые торсионные валы окрашены в серый цвет, левые валы — в синий цвет. С левой стороны машины устанавливаются пять левых валов и один правый (шестой), с правой — пять правых и один левый (шестой).

Гидроамортизаторы служат для гашения колебаний корпуса машины. Они поршневого, телескопического типа, двустороннего действия. Установлены на передние и задние балансиры.

Пружинные упоры предназначены для ограничения хода опорного катка.

Электрооборудование обеспечивает подготовку к пуску и пуск двигателя, контроль за его работой, освещение внутри и снаружи машины, сигнализацию и др.

Электрооборудование состоит из источников электрической энергии, потребителей, контрольно-измерительных приборов, вспомогательной аппаратуры и проводов.

Источниками электрической энергии являются две аккумуляторные батареи 6СТ-140Р, соединенные последовательно с трехфазным синхронным переменного тока генератором Г-290 со встроенным выпрямителем (мощность 3,75 кВт). Генератор установлен на блоке цилиндров, привод осуществляется ременной передачей с натяжным устройством. Он работает с реле-регулятором РР-361А.

К потребителям электрической энергии относятся стартер, электродвигатели системы подогрева двигателя, системы отопления и вентиляции, вентиляторы обдува и ФВУ (фильтровентиляционной установки), электромагнитный клапан, свечи подогревателя и отопителя, стеклоочистители, лампы фар и сигнализации.

В состав контрольно-измерительных приборов входят: вольтамперметр для измерения силы тока и напряжения в сети; спидометр для определения скорости движения и пройденного пути; электротермометр для контроля температуры охлаждающей жидкости, выходящей из двигателя; три электроманометра для измерения давления в системе смазки двигателя, в пневмосистеме и в системе смазки главной передачи.

К вспомогательной аппаратуре относятся выключатель батарей, выключатели потребителей электроэнергии, штепсельные розетки, фильтр радиопомех и контактор включения реле стартера.

Электросеть — экранированная, выполнена по однопроводной схеме, «минус» — корпус, подключен через выключатель батарей. По двухпроводной схеме выполнена проводка левой розетки отделения управления и плафонов. Номинальное напряжение сети 24 В.

К специальному оборудованию относятся пневмосистема, система обогрева кабины, фильтровентиляционная установка (ФВУ) и оборудование для плава.

Пневмосистема обеспечивает работу пневматического привода остановочных тормозов и обмыв стекол.

Система обогрева предназначена для обогрева внутреннего объема корпуса машины отопительно-вентиляционной установкой ОВ-65Г, работающей независимо от работы двигателя и установленной в левой боковой полости машины. Управление ею осуществляется электроприборами, находящимися на щитке отопителя, расположенного на задней стенке отделения управления.

Фильтровентиляционная установка предназначена для создания избыточного давления внутри корпуса машины и очистки забираемого снаружи воздуха в условиях применения противником

оружия массового поражения и отравляющих веществ. ФВУ размещена на подкрылке в правой боковой полости корпуса. Воздух может подаваться внутрь машины и неочищенный, в этом случае нагнетатель ФВУ подает воздух, минуя фильтр (режим вентиляции). Необходимый режим работы устанавливается с помощью рукоятки привода управления.

Оборудование для плава обеспечивает преодоление водных преград на МТ-ЛБ. Движение машины на плаву осуществляется за счет перематывания гусеничных лент. Оборудование для плава включает гидродинамические щитки, дополнительные щитки, кормовую решетку, волноотражательный щит, удлинитель воздухозаборной трубы и ограждение радиатора. Оборудование для плава в походном положении укладывается в кормовой части МТ-ЛБ.

Удаление воды из корпуса машины осуществляется водоотка-чивающим насосом. Насос приводится во вращение от редуктора отбора мощности.

Для слива воды из корпуса машины на суше в днище МТ-ЛБ есть три клапана (кингстоны): первый — расположен в кормовой части, второй — в отделении управления, третий — в силовом отделении. После слива воды из корпуса машины клапаны должны быть надежно закрыты.

Глава 4

АППАРАТУРА БОЕВОЙ МАШИНЫ

§ 4.1. АППАРАТУРА ЗАПУСКА 9В385М

Общие сведения

Аппаратура запуска предназначена для подготовки к пуску и пуска ракет 9М37М, 9М37 и 9М31М.

Подготовка ракеты к пуску включает:

выбор направляющей, с которой будет осуществлен пуск;

подачу на ракету питающих напряжений;

анализ фоновой обстановки и включение в ракете соответствующего канала;

последовательное включение в ракете режимов «Борт», «Слежение», «Пуск»;

включение (при необходимости) режима отстройки головки самонаведения ракеты 9М37М от организованных оптических помех;

формирование в автопилоте ракеты программы управления полетом в соответствии с параметрами движения воздушной цели.

Аппаратура запуска обеспечивает:

автоматическое распознавание типа ракеты, подготавливаемой к пуску, и коммутацию цепей питания и управления для работы с данным типом ракет;

парную подготовку ракет к пуску в режиме автоматического переключения постов *, при этом по цепям питания к аппаратуре подключаются две ракеты, находящиеся на смежных постах **, а по цепям управления — ракета, находящаяся на первом по номеру посту. После пуска ракеты с первого по номеру смежного поста цепи управления подключаются ко второй ракете, а цепи питания — к ракете следующего поста. Таким образом, по цепям питания к аппаратуре запуска в этом режиме постоянно подключе-

* Пост — это ракета в контейнере, механически состыкованная с направляющей и электрически подключенная к аппаратуре пуска.

** Смежными являются первый и второй, второй и третий, третий и четвертый посты.

ны две ракеты, что позволяет сократить время подготовки к пуску второй, третьей и четвертой ракет;

одиночную подготовку ракет к пуску в режиме ручного переключения постов, при этом номер поста определяется оператором;

пуск ракет при различной фоновой обстановке;

пуск ракет 9М37М, 9М37 и 9М31М с использованием фотоконтрастного канала, а при неблагоприятной фоновой обстановке и в темное время суток — ракет 9М37М и 9М37 с использованием инфракрасного канала;

пуск ракет 9М37М при постановке противником организованных оптических помех;

выдачу в ракету команд «Вперед», «Назад», «Верх», «Низ» для формирования программы управления полетом ракеты. Команда «Назад» вводится оператором при пуске на догонном курсе или по малоскоростной (зависшей) цели. Команда «Низ» вырабатывается автоматически при угле места люльки 20° и менее;

сброс ракет при возникновении на пусковой установке аварийной ситуации.

В аппаратуре имеется ряд электрических блокировок, исключающих подачу питания на ракету, если станок пусковой установки не зафиксирован в боевом положении (блокировки РАБОТА, БОЕВОЕ) и не заперты люки боевой машины (блокировки ЛЮК КОМАНДИРА, ЛЮК ВОДИТЕЛЯ) и бронестекло оператора (блокировка СТЕКЛО).

Имеются также блокировки, исключающие пуск в следующих условиях: открыты жалюзи двигателя боевой машины (блокировка ЖАЛЮЗИ); от наземного радиолокационного запросчика поступил сигнал «Свой» (БЛОКИРОВКА ПО 1РЛ246-10); из аппаратуры оценки зоны нет сигнала о том, что цель находится в зоне пуска ракет 9М37М и 9М37 (при пусках ракет 9М31М аппаратура оценки зоны не используется); головка самонаведения ракеты не захватила цель; батарея питания ракеты не вырабатывает необходимых напряжений.

В аппаратуре предусмотрена возможность отключения двух блокировок пусковой цепи. Если оператор по силуэту воздушной цели определил, что цель — противник, а из наземного радиолокационного запросчика поступает сигнал «Свой», то для обеспечения пуска ракеты по данной цели необходимо отключить блокировку по 1РЛ246-10. Если при боевой работе аппаратура оценки зоны не используется (при внезапном появлении цели, при пусках в движении, при работе с ракетами 9М31М или если аппаратура оценки зоны неисправна), оператор должен выключить блокировку пусковой цепи по аппаратуре оценки зоны, так как в противном случае цепь пуска будет отключена от источника питания.

В аппаратуре запуска предусмотрены учебный и боевой режимы работы. Переключение этих режимов осуществляет оператор. Пуск ракет обеспечивается в боевом режиме. В учебном режиме команда «Пуск» на ракету не проходит. В этом режиме осуществляются обучение и тренировка операторов с использованием

учебно-тренировочных ракет 9Ф918 и аппаратуры контроля 9Ф75.

Исправность аппаратуры запуска в боевом режиме проверяется с помощью пульта проверки 9В738М из состава машины технического обслуживания 9В915 или группового комплекта ЗИП. В учебном режиме работоспособность аппаратуры (кроме пусковой цепи) можно проверить с использованием учебно-тренировочных ракет 9Ф918.

В состав аппаратуры запуска 9В385М (рис. 4.1) входят:

пульт оператора (ПО); блок релейный (БР); блок коммутации (БК); блок связи (БС); блок преобразования и управления (БПУ); блок фазированного увода (БФУ); вторичный источник питания (ВИП), состоящий из преобразователя (П) и стабилизатора (С).

Часть органов управления, которыми оператор пользуется непосредственно при подготовке к пуску и пуске ракет, вынесены на пульт наведения. Это кнопки БОРТ, СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК и тумблер ОХЛАЖДЕНИЕ. Назначение этих органов управления будет рассмотрено ниже. Пульт оператора расположен слева перед оператором, ниже шарового погона башни; блок релейный — слева от оператора, снаружи подвески; блок коммутации — в задней части люльки; блок связи — справа от оператора, сзади на уровне спинки сиденья; блок преобразования и управления — справа от оператора внизу, на уровне подставки для ног; блок фазированного увода — правее блока преобразования и управления, на том же уровне; вторичный источник питания: преобразователь — на дне базовой машины, за оператором, стабилизатор — над преобразователем *.

Принцип действия аппаратуры запуска

Рабочий цикл аппаратуры запуска, включающий в себя подготовку к пуску и пуск ракеты, можно разделить на следующие этапы:

включение питания аппаратуры;

включение в аппаратуре и ракете режима «Борт»;

включение в аппаратуре и ракете режима «Слежение»;

включение в аппаратуре и ракете режима «Пуск».

При включении питания аппаратуры вторичный источник питания вырабатывает стабилизированные напряжения 28 и 30 В постоянного тока. Наличие и величина этих напряжений контролируются оператором. Имеется регулировка напряжения 28 В. В аппаратуре предусмотрено автоматическое определение наименьшего по номеру поста, и все цепи ракеты этого поста подключаются к аппаратуре запуска. Например: если ракеты есть на всех направляющих, то к аппаратуре подключится первый пост; если на первой направляющей нет ракеты, то второй пост и т. д. Это

* Размещение блоков описано относительно оператора, находящегося на своем рабочем месте.

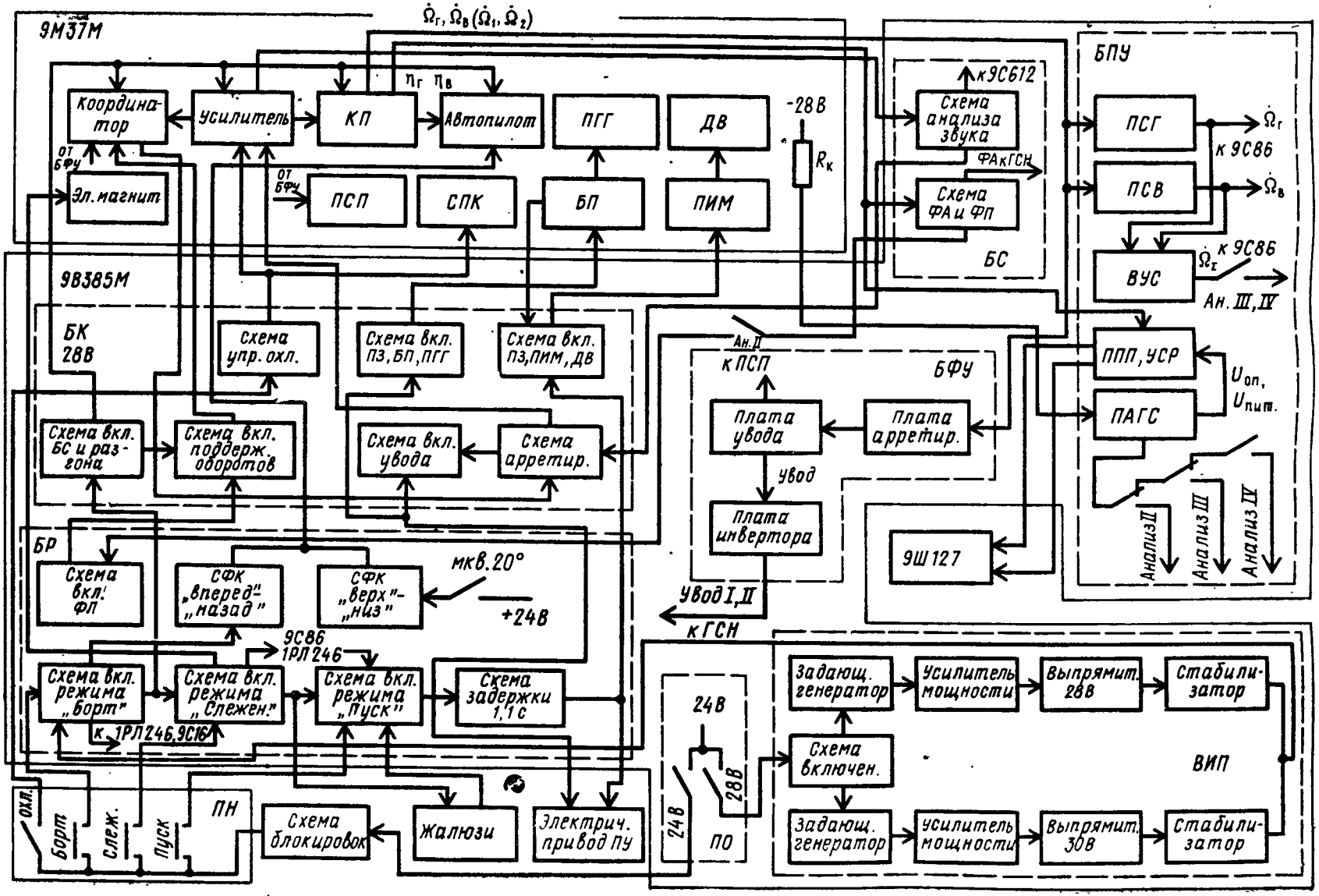


Рис. 4.1. Функциональная схема аппаратуры запуска 9В385М

произойдет, если оператором выбран режим автоматического переключения постов. В режиме ручного переключения постов оператор сам определяет, ракету какого поста подключить к аппаратуре запуска. В любом случае на пульте оператора высвечивается номер поста, ракета которого подстыкована к аппаратуре запуска. Происходит автоматический анализ типа ракеты и коммутация цепей аппаратуры для работы с ракетой данного типа. Если ракета — 9М37М или 9М37, то аппаратурой проверяется целость пирозапалов блока азотного питания. При исправных пирозапалах на пульте оператора загораются соответствующие лампы. В зависимости от решаемых задач оператор включает в аппаратуре учебный или боевой режим. На пульте оператора высвечивается одноименный транспарант. В дальнейшем работа аппаратуры запуска будет рассматриваться в боевом режиме.

Для включения режима «Борт» необходимо, чтобы пусковая установка была в боевом положении, люки и бронестекло оператора закрыты и зафиксированы (т. е. замкнуты блокировки БОЕВОЕ, РАБОТА, ЛЮК КОМАНДИРА, ЛЮК ВОДИТЕЛЯ, СТЕКЛО) и включено питание аппаратуры. О выполнении всех этих условий свидетельствует загорание лампы подсветки шкалы вольтметра и транспаранта БОЕВОЙ на пульте оператора. Включение режима осуществляется с помощью кнопки БОРТ, расположенной на левой рукоятке пульта наведения. При нажатии этой кнопки в ракету подаются питающие напряжения 28 и 30 В. Напряжение 28 В необходимо для питания электрических схем головки самонаведения и автопилота. Напряжение 30 В используется для разгона ротора головки самонаведения. Примерно через 5 с напряжение 30 В отключается от цепи разгона и к этой цепи подключается напряжение 15 В для поддержания оборотов ротора головки самонаведения. Если аппаратура включена в режим автоматического переключения постов, одновременно с этим напряжение 30 В подключается к цепи разгона ротора ГСН ракеты следующего поста и примерно через 5 с это напряжение отключается, а к цепи разгона подключается напряжение 15 В.

При нажатии кнопки БОРТ аппаратура запуска вырабатывает команду на отключение системы пеленгования пассивного радиопеленгатора 9С16 (только для боевых машин 9А35М) и включение питания наземного радиолокационного запросчика. Если оператор удерживает кнопку БОРТ в нажатом положении, в автопилот ракеты поступает команда «Назад»; если кнопка БОРТ нажата и отпущена — команда «Вперед».

При угле места люльки 20° и менее (замкнут микровыключатель 20° в блоке микровыключателей) аппаратура вырабатывает команду «Низ». Если угол места больше 20°, в аппаратуре формируется команда «Верх».

Эти команды необходимы для формирования в автопилоте программы управления полетом ракеты в зависимости от параметров движения воздушной цели. Команда «Низ», кроме того, поступает в аппаратуру оценки зоны для выработки по команде

«Пуск» фиксированной составляющей упреждения в вертикальной плоскости.

Если при большой скорости наведения пусковой установки ось ротора головки самонаведения ракеты 9М31М отклонится от арретированного положения на угол 4—7°, то аппаратура запуска автоматически подключает к цепи разгона ротора напряжение 30 В. При работе с ракетами 9М37М и 9М37 в этом случае в цепь фиксированного арретирования ГСН из аппаратуры запуска подается напряжение 14 В переменного тока. Эти меры направлены на ускорение возврата ротора ГСН в арретированное положение.

Оператор убеждается о включении в аппаратуре запуска и ракете режима «Борт» по следующим внешним признакам:

на пульте оператора загорается транспарант БОРТ;

в головных телефонах появляется звуковой сигнал низкого тона;

в поле зрения визирного устройства следящая марка (подвижное кольцо) совмещается (охватывает или пересекается) с кольцом-перекрестием.

Убедившись в том, что режим «Борт» включен, оператор с помощью приводов наведения точно наводит пусковую установку на воздушную цель, совмещая кольцо-перекрестие визирного устройства с целью. **Для включения аппаратуры запуска и ракеты в режим «Слежение»** необходимо нажать до первого упора и удерживать в этом положении кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК на правой рукоятке пульта наведения, при этом аппаратура запуска вырабатывает команды: на включение наземного радиолокационного запросчика в режим общего опознавания; на закрытие жалюзи двигателя базовой машины; на открывание крышки контейнера ракеты, подключенной к аппаратуре.

Крышка контейнера открывается и цель попадает в поле зрения головки самонаведения. Аппаратура запуска анализирует величину электрического сигнала, поступающего из ракеты, и, если сигнал по величине превышает 55 мВ, вырабатывает команду на разарретирование ГСН, т. е. на включение в аппаратуре и ракете режима «Слежение». Коэффициент усиления схемы анализа сигнала, поступающего из головки самонаведения, может ступенчато изменяться. Оператор с помощью переключателя ФОН, расположенного на пульте оператора, при оценке фоновой обстановки устанавливает такой коэффициент усиления, при котором не происходит разарретирования ГСН от фоновых неравномерностей. Переключатель ФОН имеет три положения.

Если фоновая обстановка не позволяет производить пуск ракет 9М37М и 9М37 с использованием фотоконтрастного канала, оператор включает в ракете инфракрасный канал. Для этого он включает тумблер ОХЛАЖДЕНИЕ на левой рукоятке пульта наведения. О включении инфракрасного канала свидетельствуют загорание лампы И и погасание лампы КОНТР. ПЗ ОХЛ. 1 на пульте оператора.

При работе с ракетами 9М37М в условиях применения противником организованных оптических помех необходимо включить на пульте оператора тумблер ПСП (плата селекции помех). При этом включаются в работу блок фазированного увода (в аппаратуре запуска) и плата селекции помех (в ракете). Если цель движется на фоне ранее поставленных помех, то переключатель РЕЖИМ ПСП на пульте оператора устанавливается в положение НП (неподвижная помеха). При отстреливании воздушным противником помех вниз переключатель РЕЖИМ ПСП устанавливается в положение ДП (движущаяся помеха), а при отстреливании помех вверх — в положение ДПВ (движущаяся помеха вверх). Во всех случаях обеспечивается защита головки самонаведения от помех.

При включении режима «Слежение» в аппаратуру оценки зоны поступает команда на включение ее в режим измерений.

О включении режима «Слежение» оператор убеждается по следующим внешним признакам:

повышается тон звука в головных телефонах в результате усложнения формы сигнала, поступающего из головки самонаведения ракеты;

в поле зрения визирного устройства следящая марка, управляемая сигналами, вырабатываемыми в головке самонаведения, перемещается («следит») за целью, охватывая или пересекая ее.

В процессе слежения за целью оператор с помощью приводов наведения пусковой установки постоянно совмещает кольцо-перекрестие визирного устройства с целью. Это необходимо для того, чтобы электрическая ось антенны аппаратуры оценки зоны была направлена на цель. При входе цели в зону пуска ракет 9М37М и 9М37 аппаратура оценки зоны вырабатывает сигнал «Зона», который индицируется загоранием лампы в поле зрения визирного устройства (в верхней части слева). Это служит оператору сигналом **на включение режима «Пуск».** Оператор нажимает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до второго упора и удерживает ее до схода ракеты. При нажатии кнопки аппаратура запуска включает питающие напряжения на пирозапалы порохового газогенератора и батареи питания ракеты. Пирозапалы срабатывают. Батарея питания ракеты выходит на режим через 1,1 с. За это время аппаратура запуска выдает команду в аппаратуру оценки зоны на ввод упреждений. Приводы наведения отрабатывают упреждение и пусковая установка затормаживается. Если батарея питания вышла на режим, т. е. вырабатывает необходимые питающие напряжения, аппаратура запуска включает реле старта ракеты. Срабатывают пирозапалы ПИМ и двигателя ракеты и она стартует. Оператор отпускает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК. Срабатывают пирозапалы блока азотного питания контейнера, из которого стартовала ракета, и происходит стравливание азота. После схода ракеты пусковая установка растормаживается и оператор получает возможность наводить ее на новую цель (или производить повторный пуск по той же цели в случае промаха

первой ракеты). Если аппаратура запуска включена в режим автоматического переключения постов, то после отпускания кнопки СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК в аппаратуре и ракете следующего поста автоматически включается режим «Борт».

О включении режима «Пуск» оператор убеждается по модуляции звукового сигнала в головных телефонах частотой 5 Гц.

Чтобы при необходимости произвести аварийный сброс ракеты, необходимо:

включить питание аппаратуры;

включить в аппаратуре запуска боевой режим;

развернуть пусковую установку в безопасном направлении;

установить переключатель РОД РАБОТЫ на пульте оператора в положение, соответствующее номеру поста, с которого сбрасывается ракета;

открыть крышку аварийного сброса на пульте оператора (при этом автоматически откроется крышка контейнера на включенном посту);

нажать кнопку СБРОС (под крышкой аварийного сброса), ракета стартует, полет ракеты неуправляем.

Для аварийного сброса пусковая установка должна находиться в боевом положении. Люки боевой машины и бронестекло оператора должны быть зафиксированы в закрытом положении.

Краткая характеристика блоков аппаратуры запуска

Пульт оператора (рис. 4.2) является управляющим блоком. На нем размещены органы управления, контроля и регулировки.

Органы управления включают:

тумблер АОЗ — отключает блокировку цепи пуска ракеты по сигналу из аппаратуры оценки зоны о нахождении цели в зоне пуска ракет 9М37М и 9М37;

переключатель ПРИВОД — ВЫКЛ. — РУЧНОЕ — управляет работой приводов наведения пусковой установки. В положении ПРИВОД обеспечивает включение приводов наведения и автоматическую отработку упреждений при пуске ракеты, а также включение системы пеленгования пассивного радиопеленгатора. При неисправном вычислителе упреждений оператор устанавливает этот переключатель в положение РУЧНОЕ и при пуске ракеты вводит упреждения с помощью пульта наведения. В этом положении переключателя также обеспечивается включение приводов наведения и системы пеленгования пассивного радиопеленгатора;

переключатель ФОН — служит для ступенчатого изменения коэффициента усиления схемы, управляющей включением режима «Слежение», имеет три положения;

тумблеры ПИТАНИЕ 24 В, 28 В. Тумблером ПИТАНИЕ 24 В обеспечивается подача в аппаратуру напряжения 24 В постоянного тока от системы электропитания. Тумблер ПИТАНИЕ 28 В включает вторичный источник питания аппаратуры запуска;

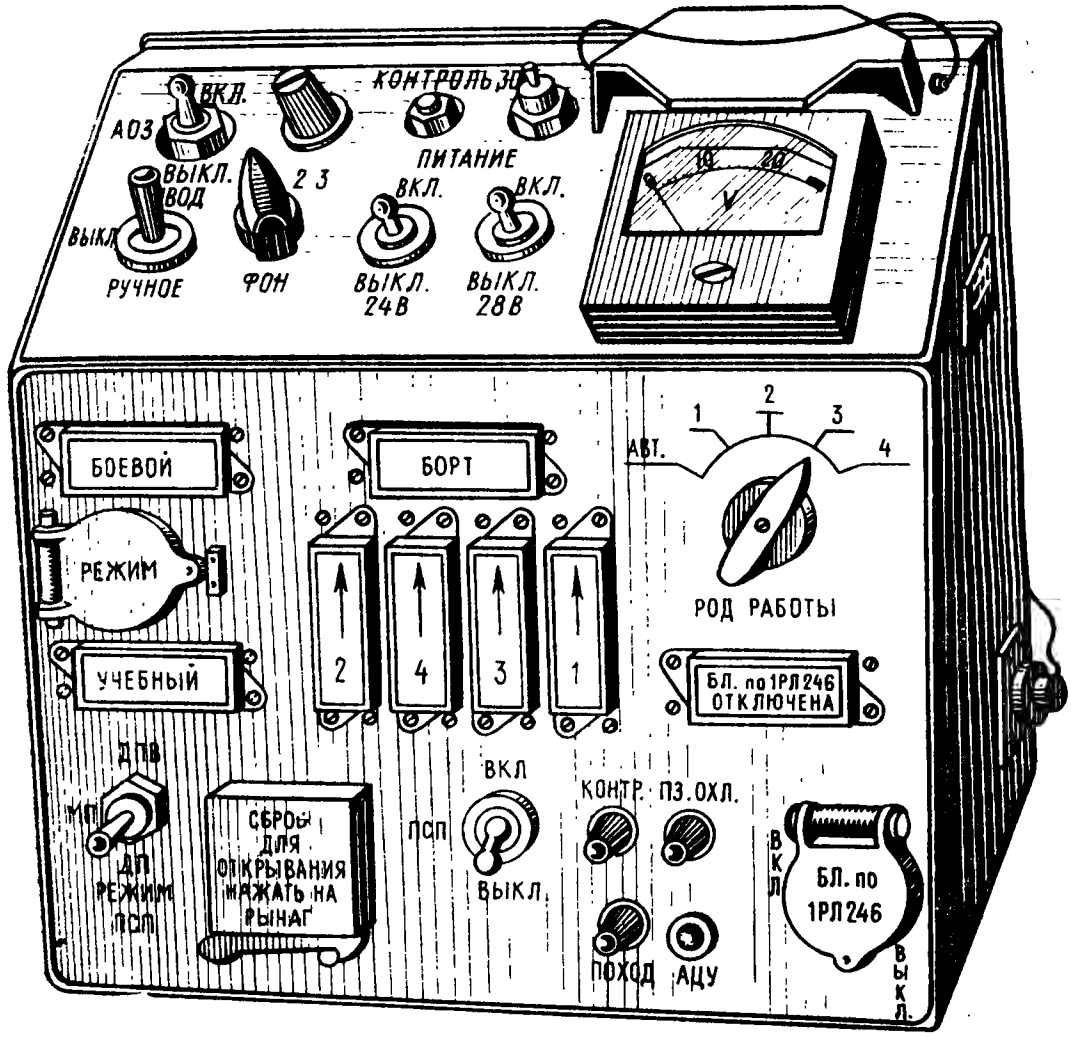


Рис. 4.2. Пульт оператора

тумблер РЕЖИМ — имеет два положения: БОЕВОЙ и УЧЕБНЫЙ. В положение БОЕВОЙ устанавливается непосредственно перед боевыми пусками, а также при проверке работоспособности аппаратуры запуска с помощью пульта проверки 9В738М. Во всех остальных случаях тумблер должен находиться в положении УЧЕБНЫЙ. Тумблер закрыт пломбируемой крышкой;

переключатель РОД РАБОТЫ — имеет пять положений. В положении АВТ. устанавливается для включения в аппаратуре режима автоматического переключения постов. Устанавливая переключатель в одно из положений 1, 2, 3 или 4, оператор включает аппаратуру в режим одиночной подготовки постов, при этом к аппаратуре подключается тот пост, номер которого соответствует положению переключателя;

тумблер ПСП — служит для включения блока фазированного увода аппаратуры запуска и платы селекции помех ракеты 9М37М при пусках в условиях применения противником организованных оптических помех;

переключатель РЕЖИМ ПСП — обеспечивает изменение режима работы блока фазированного увода и платы селекции помех;

устройство аварийного сброса ракет — включает в себя крышку, открывание которой обеспечивает срабатывание механизма открывания крышки контейнера ракеты, выбранной для сброса, и кнопку, при нажатии которой обеспечивается сброс ракеты. Кнопка находится под крышкой. Крышка фиксируется в закрытом положении и должна быть опломбирована;

кнопка АЦУ (автоматизированное целеуказание) — в боевых машинах модификации М не задействована. В боевых машинах модификации М2 служит для включения в приводе горизонтального наведения пусковой установки режима автоматической отработки целеуказания от пункта управления ПУ-12М;

тумблер БЛ по 1РЛ246 — устанавливается в положение ОТКЛ., если необходимо отключить блокировку цепи пуска ракеты по сигналу «Свой» из наземного радиолокационного запросчика. Тумблер находится под пломбируемой крышкой.

Органы контроля включают:

вольтметр — с помощью которого контролируются выходные напряжения вторичного источника питания. Вольтметр постоянно подключен для контроля напряжения 28 В. Для контроля напряжения 30 В необходимо нажать кнопку КОНТРОЛЬ 30 В;

лампа подсветки шкалы вольтметра — загорается, если пусковая установка зафиксирована в боевом положении (замкнуты блокировки БОЕВОЕ, РАБОТА) и заперты люки боевой машины и бронестекло оператора (замкнуты блокировки ЛЮК КОМАНДИРА, ЛЮК ВОДИТЕЛЯ, СТЕКЛО);

сигнальная лампа И — загорается при включении в ракете 9М37М (9М37) инфракрасного канала;

транспаранты БОЕВОЙ, УЧЕБНЫЙ — при включении питания аппаратуры запуска высвечивается транспарант, соответствующий положению тумблера РЕЖИМ;

транспарант БОРТ — высвечивается при включении в аппаратуре режима «Борт»;

транспаранты 1, 2, 3 и 4 — при включении питания аппаратуры запуска высвечивается транспарант с номером поста, ракета которого подключена к аппаратуре. При установке переключателя РОД РАБОТЫ в положения 1, 2, 3 и 4 по свечению соответствующего транспаранта можно проверять наличие ракет на направляющих и надежность их подключения к аппаратуре;

сигнальные лампы КОНТР. ПЗ. ОХЛ. I, II — позволяют проверять целость пирозапалов блока азотного питания ракет 9М37М и 9М37. Если пирозапалы исправны, лампы горят;

транспарант БЛОКИРОВКА ПО 1РЛ246 ОТКЛЮЧЕНА — высвечивается при установке тумблера БЛ по 1РЛ246 в положение ВЫКЛ.;

сигнальная лампа ПОХОД — загорается при стопорении пусковой установки в походном положении.

Органы регулировки включают:

потенциометр РЕГ. 28 В — служит для регулировки напряжения 28 В на выходе вторичного источника питания;

потенциометр ЯРКОСТЬ — используется для регулировки яркости свечения транспарантов.

Блок релейный является основным коммутирующим блоком аппаратуры запуска, который обеспечивает:

последовательное включение режимов «Борт», «Слежение», «Пуск»;

выдачу в автопилот ракеты команд «Вперед», «Назад», «Верх», «Низ»;

включение форсированного поддержания оборотов ротора ГСН ракеты 9М31М.

Схема блока выполнена на реле различных типов. На верхней стенке корпуса блока размещены два предохранителя — Пр1 и Пр2, которые установлены в цепях подачи напряжения 24 В в аппаратуру.

Блок коммутации является связующим звеном аппаратуры запуска с ракетами и обеспечивает:

подключение к аппаратуре всех цепей ракеты, выбранной для пуска;

подачу в ракету всех питающих напряжений и команд;

автоматическое переключение напряжения разгона ротора ГСН ракеты на напряжение поддержания оборотов;

работу аппаратуры в режиме автоматического переключения постов;

разарретирование ГСН при включении режима «Слежение» и включение сигнала «Увод»;

отключение сигнала «Увод» по команде «Пуск»;

включение пирозапалов батареи питания, порохового газогенератора, предохранительно-исполнительного механизма и двигателя ракеты по команде «Пуск»;

переключение каналов ГСН ракет 9М37М и 9М37;

поджиг пирозапалов блока азотного питания для стравливания азота после старта ракет 9М37М и 9М37.

Конструктивно блок выполнен в виде четырех одинаковых плат постов и общей части.

Блок связи является анализирующим звеном аппаратуры запуска и обеспечивает:

анализ величины и формы сигнала, поступающего из ГСН;

выдачу сигнала на разарретирование ГСН при захвате цели;

выдачу звуковых сигналов, которые через аппаратуру связи поступают в головные телефоны оператора при включении режимов «Борт», «Слежение», «Пуск»;

включение при необходимости форсированного арретирования ГСН ракет 9М37М и 9М37;

выработку команды на включение форсированного поддержания оборотов ротора ГСН ракеты 9М31М.

Функционально блок выполнен в виде двух самостоятельных

схем: схемы анализа звука и схемы форсированного арретирования (ФА) и форсированного поддержания (ФП) (рис. 4.1).

Блок преобразования и управления обеспечивает:

автоматический анализ типа ракеты, подключенной к аппаратуре, и выдачу команды на коммутацию всех цепей аппаратуры для работы с данным типом ракет;

усиление сигналов угловой скорости линии визирования ракета — цель ($\dot{\Omega}_г$, $\dot{\Omega}_в$), поступающих с ГСН ракеты 9М37М (9М37);

усиление сигналов угловой скорости линии визирования ракета — цель, поступающих из ГСН ракеты 9М31М ($\dot{\Omega}_1$, $\dot{\Omega}_2$), и их преобразование в сигналы ($\dot{\Omega}_г$, $\dot{\Omega}_в$). Необходимость преобразования продиктована тем, что пусковая установка работает в системе координат «+», а из ГСН ракеты 9М31М приходят сигналы в системе координат «×»;

вычисление суммарной угловой скорости линии визирования ($\dot{\Omega}_Σ$), необходимой для обеспечения работы аппаратуры оценки зоны;

управление приводом следящей марки визирного устройства.

Конструктивно блок выполнен в виде отдельных плат (рис. 4.1).

Блок фазированного увода предназначен для управления работой платы селекции помех ракеты 9М37М. Функционально он разделен на (рис. 4.1) платы: арретирования; увода; инвертора.

Вторичный источник питания (ВИП) предназначен для преобразования напряжения первичного источника питания (21,6 В — 28,8 В) в стабилизированные напряжения 28 и 30 В.

Конструктивно ВИП выполнен в виде двух блоков: преобразователя и стабилизатора.

Функционально в состав вторичного источника питания входят (рис. 4.1) схема включения, канал 28 В и канал 30 В. Оба канала выполнены по аналогичным схемам.

Выходные напряжения вторичного источника питания контролируются с помощью вольтметра, установленного на пульте оператора. Там же размещен потенциометр РЕГУЛИРОВКА 28 В, с помощью которого регулируется выходное напряжение канала 28 В.

Основные режимы работы аппаратуры запуска

Включение питания аппаратуры. Питающие напряжения в аппаратуру запуска подаются при последовательном включении тумблеров ПИТАНИЕ 24 В, 28 В, при этом должна быть включена СЭП пусковой установки (ПУ). При включении тумблера ПИТАНИЕ 24 В напряжение 24 В от СЭП ПУ через схему блокировок, которая включает в себя блокировки ЛЮК КОМАНДИРА, ЛЮК ВОДИТЕЛЯ, СТЕКЛО, БОЕВОЕ, РАБОТА (ПУ должна находиться в боевом положении с запертыми люками и стеклом), подается на кнопку БОРТ на ПН. Одновременно загораются лампа подсветки шкалы вольтметра и транспарант УЧЕБНЫЙ или БОЕВОЙ в зависимости от положения тумблера РЕЖИМ.

При включении тумблера ПИТАНИЕ 28 В напряжение от СЭП ПУ подается на схему включения вторичного источника питания, при этом включаются оба канала ВИП. Так как работа их идентична, взаимодействие элементов будет рассмотрено на примере канала выработки напряжения 30 В (рис. 4.1).

Схема включения подает питающее напряжение на задающий генератор, выполненный по мостовой схеме на транзисторах. В задающем генераторе напряжение 24 В постоянного тока преобразуется в напряжение переменного тока. Сигнал с выхода задающего генератора поступает на усилитель мощности, нагрузкой которого является повышающий трансформатор. Со вторичной обмотки трансформатора увеличенное по амплитуде напряжение прикладывается к выпрямителю с фильтром и преобразуется в напряжение 30 В постоянного тока. Это напряжение подается на стабилизатор, собранный по схеме линейного компенсационного стабилизатора.

Стабилизированные напряжения 28 и 30 В постоянного тока с выхода ВИП поступают в блок релейный для обеспечения работы аппаратуры и ракеты в режимах «Борт», «Слежение», «Пуск».

Анализ типа ракеты. Схема анализа входит в состав платы анализа, генератора и стабилизатора (ПАГС) БПУ. Схема собрана на основе транзисторной матрицы и включает в себя три пороговых усилителя с реле в цепях нагрузки. К схеме подключается резистор, установленный в контейнере подключенной ракеты. В зависимости от величины сопротивления этого резистора срабатывают тот или иной пороговый усилитель и реле, являющееся его нагрузкой, при этом вырабатывается команда на переключение всех цепей аппаратуры запуска для работы с данным типом ракеты. В контейнере ракеты 9М31М установлен резистор с сопротивлением 2000 Ом и схема анализа вырабатывает команду «Анализ-II». Для ракеты 9М37 величина сопротивления резистора составляет 470 Ом, а для ракеты 9М37М — 100 Ом. Схема анализа вырабатывает команды соответственно «Анализ-III» и «Анализ-IV».

Работа в режиме «Борт». Как указывалось выше, режим «Борт» включается нажатием кнопки БОРТ на левой рукоятке пульта наведения при включенном питании аппаратуры и замкнутых блокировках ЛЮК КОМАНДИРА, ЛЮК ВОДИТЕЛЯ, СТЕКЛО, БОЕВОЕ, РАБОТА. При этом аппаратура запуска обеспечивает: отключение питания системы пеленгования пассивного радиопеленгатора; включение питания НРЗ; автоматический анализ типа ракеты, подключенной к аппаратуре; подачу напряжения бортовой сети (БС) 28 В в ракету; подачу напряжения 30 В для разгона ротора ГСН и снижение этого напряжения через 5 с до величины 15 В для поддержания оборотов ротора; арретирование ГСН; управление следящей маркой визирного устройства; формирование звукового сигнала низкого тона и подачу его в головные телефоны оператора; выработку команд «Вперед» или

«Назад», «Верх» или «Низ» для формирования программы управления полетом ракеты; включение при необходимости форсированного арретирования ГСН ракеты 9М37 (9М37М) или форсированного поддержания оборотов ротора ГСН ракеты 9М31М; подготовку к включению схемы режима «Слежение».

Эти задачи решаются следующим образом. При нажатии кнопки БОРТ в блоке релейном срабатывает схема включения режима, которая выдает команды на включение питания НРЗ и отключение системы пеленгования пассивного радиопеленгатора. Напряжения 28 и 30 В поступают в блок коммутации на схему включения бортовой сети и разгона гироскопа, которая подключает напряжение 28 В к элементам ракеты для питания электрических схем. Автоматически анализируется тип ракеты, подключенной к аппаратуре. Напряжение 30 В через схему включения поддержания оборотов поступает в ГСН ракеты в качестве напряжения разгона ротора и раскручивает его. При этом с координатного преобразователя (КП) ракеты снимаются сигналы, пропорциональные вертикальной и горизонтальной составляющим угла пеленга ($\eta_г$, $\eta_в$). Эти сигналы поступают в БПУ на плату преобразования пеленгов (ППП) для управления следящей маркой визирного устройства 9Ш127. Следящая марка в поле зрения визирного устройства совмещается с кольцом-перекрестием.

Сигнал, пропорциональный углу пеленга, кроме того, поступает с координатора ГСН в блок коммутации на схему арретирования. В схеме происходит суммирование этого сигнала с сигналами «Центровка», поступающими из блока юстировки контейнера. Эти сигналы необходимы для того, чтобы в процессе арретирования ось ротора ГСН совмещалась не с осью ракеты, а с осью контейнера, так как при прицеливании на цель наводится продольная ось контейнера. Суммарный сигнал поступает на координатор ракеты. Головка самонаведения арретируется. Примерно через 5 с схема включения поддержания оборотов отключит от ГСН напряжение разгона 30 В и подключит к ней напряжение поддержания оборотов ротора 15 В.

При включении режима с усилителя ГСН ракеты снимается звуковой сигнал, который через схему анализа звука блока связи поступает в головные телефоны оператора.

При необходимости выработки команды «Назад» оператор удерживает кнопку БОРТ в нажатом положении. При этом со схемы формирования команд (СФК) «Вперед», «Назад» в автопилот ракеты поступает команда «Назад». При отпущенной кнопке БОРТ в автопилот поступает команда «Вперед».

Если угол места люльки меньше 20°, замыкается соответствующий микровыключатель и из аппаратуры запуска в автопилот ракеты поступает команда «Низ»; если угол места люльки больше указанного — команда «Верх». Смысл и назначение этих команд изложены в гл. 2.

Работа в режиме «Слежение». Необходимыми условиями для включения данного режима являются работа аппаратуры и ракеты в режиме «Борт» и точное наведение пусковой установки на цель.

При нажатии кнопки СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до первого упора срабатывает схема включения режима «Слежение» в блоке релейном. Напряжение 24 В прикладывается к электромагниту механизма открывания крышки контейнера включенного поста. Электромагнит срабатывает и крышка контейнера открывается. Кроме того, схема включения режима вырабатывает команду на включение НРЗ в режим общего опознавания и на закрывание жалюзи двигателя базовой машины.

В момент открытия крышки контейнера цель попадает в поле зрения ГСН. Световой поток модулируется. Форма сигнала, поступающего с усилителя ракеты в блок связи, усложняется и тон звука в головных телефонах оператора повышается. Плата анализа звука в блоке связи определяет величину сигнала, снимаемого с усилителя ГСН, и при достижении ею порогового значения 55 мВ выдает команду на отключение схемы арретирования в блоке коммутации. Головка самонаведения разарретируется, т. е. ротор ГСН получает возможность отклоняться от арретированного положения и «следить» за целью. В аппаратуру оценки зоны выдается команда на включение в ней режима измерений. Примерно через 0,3 с после разарретирования ГСН в блоке релейном срабатывает схема включения увода и на координатор ГСН поступает сигнал «Увод» для обеспечения надежного захвата цели ГСН. Задержка включения увода вызвана необходимостью точного наведения ГСН на цель. При открывании крышки контейнера цель может спроецироваться в любую точку модулирующего диска, в том числе и на его край. Если немедленно включить увод, возникает возможность ухода цели из поля зрения ГСН. За время задержки включения увода ротор ГСН успевает отработать первоначальное рассогласование от точного направления на цель и проекция цели переместится в центр модулирующего диска. После этого включается увод.

Головка самонаведения сопровождает цель. С координатного преобразователя ракеты, как и в режиме «Борт», сигналы ($\eta_г$, $\eta_в$) поступают в БПУ на плату преобразования пеленгов. Привод следящей марки визирного устройства 9Ш127 отрабатывает эти сигналы и в поле зрения визирного устройства следящая марка перемещается вместе с целью.

В момент захвата цели ГСН начинает вырабатывать сигнал, пропорциональный угловой скорости линии визирования ($\dot{\Omega}$). Вертикальная и горизонтальная составляющие этого сигнала ($\dot{\Omega}_в$, $\dot{\Omega}_г$) с координатного преобразователя ГСН поступают в блок преобразования и управления соответственно на плату скорости вертикальной (ПСВ) и плату скорости горизонтальной (ПСГ), где усиливаются по мощности и поступают в аппаратуру оценки зоны

для вычисления упреждений, которые необходимо ввести в электрический привод пусковой установки перед пуском ракеты. Одновременно эти сигналы поступают на вычислитель суммарной угловой скорости (ВУС) БПУ.

Суммарная угловая скорость поступает в аппаратуру оценки зоны для определения границ зоны пуска ракет 9М37 (9М37М) и вычисления упреждений.

Если к аппаратуре подключена ракета 9М31М, с координатного преобразователя которой снимаются сигналы ($\dot{\Omega}_1$, $\dot{\Omega}_2$) в системе координат «×», то в ПСГ и ПСВ происходит преобразование этих сигналов в сигналы системы координат «+».

После преобразования эти сигналы усиливаются по мощности и поступают в аппаратуру оценки зоны для вычисления упреждений.

Так как для ракет 9М31М границы зоны пуска не определяются, то и вычисления суммарной угловой скорости не происходит.

Работа в режиме «Пуск». Для включения режима оператор нажимает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до второго упора и удерживает ее до схода ракеты. При этом напряжение 24 В поступает в блок релейный на схему включения режима «Пуск». Схема сработает, если выполнены условия:

головка самонаведения ракеты «следит» за целью;

из аппаратуры оценки зоны есть сигнал о том, что цель находится в зоне пуска ракеты, или тумблер АОЗ на пульте оператора установлен в положение ВЫКЛ.;

из наземного радиолокационного запросчика нет сигнала общего опознавания или тумблер БЛ по 1РЛ246 установлен в положение ВЫКЛ.;

есть сигнал, свидетельствующий о том, что жалюзи двигателя базовой машины закрыты.

При срабатывании схемы включения режима в блок коммутации поступает сигнал на схему включения увода и схему включения пирозапалов батареи питания (ПЗ БП) и порохового газогенератора (ПЗ ПГГ) ракеты. В электрический привод пусковой установки поступает команда на отработку упреждений. Отключается увод, срабатывают пирозапалы БП и ПГГ. Электрический привод разворачивает пусковую установку, наводя ее в упрежденную точку. Батарея питания ракеты выходит на режим. Пороховой газогенератор раскручивает роторы блока крена ракеты. Через 1,1 с схема задержки выдает команду в электрический привод на окончание отработки упреждений и торможение пусковой установки. Одновременно, если батарея питания ракеты вышла на режим, в блоке коммутации срабатывает схема включения пирозапалов предохранительно-исполнительного механизма (ПЗ ПИМ) и двигателя (ПЗ ДВ) ракеты. Ракета стартует.

§ 4.2. АППАРАТУРА ОЦЕНКИ ЗОНЫ 9С86

Общие сведения

Аппаратура оценки зоны (АОЗ) представляет собой импульсный радиолокационный дальномер и предназначена для автоматического определения положения воздушной цели относительно границ зоны пуска ракет 9М37 и 9М37М, вычисления угловых упреждений пусковой установки, необходимых для осуществления пуска ракеты в упрежденную точку, выработки команды «Назад» при радиальной составляющей скорости цели до 140 м/с на встречном курсе и при любом ее значении на догонном курсе.

Аппаратура обеспечивает работу по целям, летящим на высотах от 25 до 3500 м со скоростью до 400 м/с.

При этом производится:

измерение дальности до цели при углах возвышения пусковой установки более 1,5° в пределах от 450 до 10 000 м с ошибкой, не превышающей 100 м;

измерение радиальной составляющей скорости цели до 400 м/с на встречном и догонном курсах с ошибкой не более 30 м/с;

вычисление дальней и ближней границ зоны пуска ракет 9М37 и 9М37М и световая индикация нахождения цели в зоне пуска;

вычисление упреждений пусковой установки в вертикальной и горизонтальной плоскостях;

сравнение измеренной радиальной составляющей скорости цели ($\dot{D}$) с постоянным значением 140 м/с и выработка сигнала «Назад» при $\dot{D} > 140$ м/с.

Необходимым условием решения перечисленных задач является наличие сигнала «Слежение» из аппаратуры запуска.

В состав АОЗ входят: радиолокационное устройство (РЛУ); приборная часть (ПЧ); источники питания (ИП): ЗИП.

Конструктивно в состав РЛУ входят приборы: А — антенна; ЛПП — литерный приемопередатчик; У — блок управления и контроля; ПОУ — пульт оперативного управления; ПВ — воздушная помпа; НС — накопитель сигналов.

Приборная часть (цифровое счетно-решающее устройство) состоит из приборов: СД — измерителя скорость — дальность; ВЗ— вычислителя зоны; ВУ — вычислителя упреждений.

К источникам питания относятся дополнительная аккумуляторная батарея из состава СЭП пусковой установки и преобразователь ПО-500А.

Функционально в состав аппаратуры АОЗ входят (рис. 4.3): передающая система; антенно-волноводная система; приемная система; счетно-решающее устройство; система автоматической защиты от несинхронных импульсных помех; система управления и контроля; источники питания.

В ЛПП размещены элементы передающей, приемной и антенно-волноводной систем. В блоке управления и контроля располо-

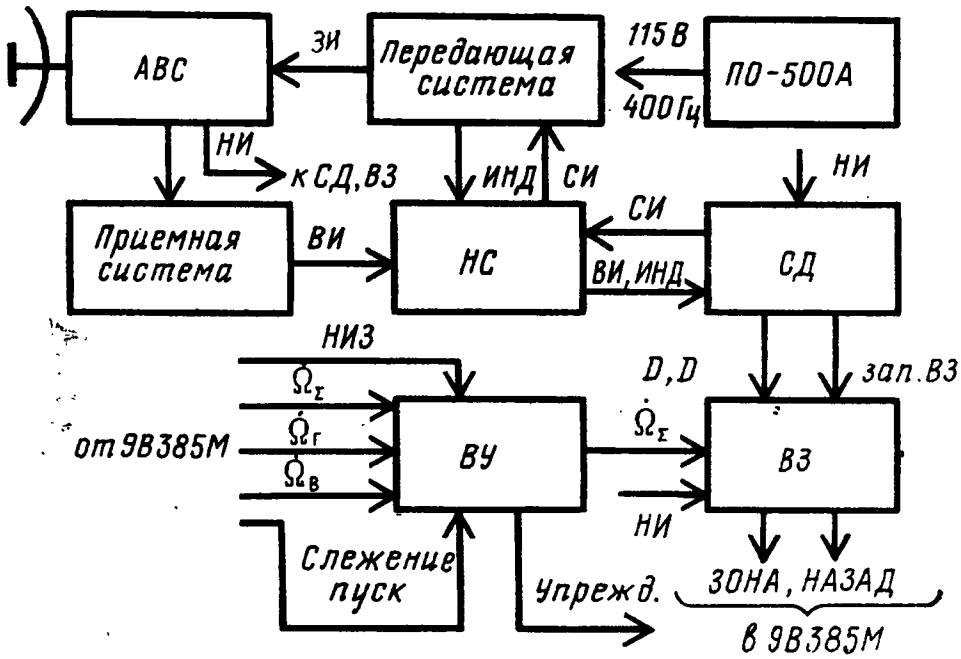


Рис. 4.3. Функциональная схема аппаратуры оценки зоны 9С86

жены система управления и контроля и элементы приемной системы. Система автоматической защиты от несинхронных помех выполнена в виде отдельного блока — прибора НС. Названия остальных элементов аппаратуры соответствуют их функциональному назначению.

Антенна и литерный приемопередатчик установлены в передней части люльки между третьей и четвертой направляющими. Воздушная помпа размещена в станке пусковой установки, прибор У — слева за спиной оператора, пульт оперативного управления — слева от оператора на уровне шарового погона башни. Прибор НС установлен справа от оператора под блоком преобразования и управления аппаратуры запуска. Измеритель скорость — дальность расположен под сиденьем оператора, вычислитель упреждений — сзади за оператором справа под блоком связи аппаратуры запуска, а вычислитель зоны — слева от оператора на уровне прибора НС. Преобразователь ПО-500А установлен в кормовой части боевой машины слева (по ходу движения) от аккумуляторных батарей.

Принцип работы аппаратуры оценки зоны

Аппаратура оценки зоны работает в трех режимах: дежурном; боевом; измерений. Режимы включаются последовательно в том порядке, в каком перечислены. **Дежурный режим** включается в аппаратуре при включении питания. В этом режиме подготавливаются к работе все элементы, требующие длительного времени установления рабочего режима. Время включения режима определяется временем прогрева электровакуумных приборов и составляет примерно 3 мин.

Боевой режим включается при установке тумблера ДЕЖУРНЫЙ — БОЕВОЙ на ПОУ в положение БОЕВОЙ. В этом режиме работает вся аппаратура АОЗ. Передающая система генерирует зондирующие импульсы, но в целях обеспечения скрытности работы электромагнитная энергия направляется в эквивалент антенны. Время перевода аппаратуры из дежурного режима в боевой определяется временем установления схемой автоматической подстройки частоты номинального значения промежуточной частоты и не превышает 15 с. В этом режиме осуществляется проверка работоспособности аппаратуры АОЗ с помощью встроенных приборов.

Режим измерений включается автоматически при поступлении из аппаратуры запуска сигнала «Слежение», при этом происходит переключение аппаратуры АОЗ на излучение в эфир.

Отраженные от цели сигналы принимаются антенной и после преобразования и усиления поступают через накопитель сигналов на вход счетно-решающего устройства. Производится полный цикл измерений и расчетов для определения положения цели относительно границ зоны пуска. Одновременно вычисляются необходимые упреждения.

Режим измерений является основным режимом работы АОЗ. Рассмотрим принцип работы аппаратуры в этом режиме (рис. 4.3).

Передающая система формирует зондирующие импульсы (ЗИ) и импульсы нулевой дальности (ИНД). Для этого из прибора СД через прибор НС в передающую систему поступают синхронирующие импульсы (СИ). Зондирующие импульсы через антенно-волноводную систему поступают к антенне и излучаются в направлении воздушной цели. Импульсы нулевой дальности, совпадающие по времени с зондирующими импульсами, поступают в прибор СД для обеспечения точного измерения дальности до цели. Отраженные от цели сигналы принимаются антенной и поступают в приемную систему, где преобразуются в видеоимпульсы (ВИ) и усиливаются. В накопителе сигналов производится выделение видеоимпульсов на фоне несинхронных импульсных помех и собственных шумов приемной системы в целях обеспечения нормальной работы счетно-решающего устройства. Далее видеосигналы поступают в прибор СД, где определяется дальность до цели D и вычисляется радиальная составляющая скорости цели $\dot{D}$. Значения этих величин поступают в вычислитель зоны, который вычисляет ближнюю ($D_б$) и дальнюю ($D_д$) границы зоны пуска и сравнивает их с истинным значением дальности до цели (D). При выполнении условия $D_б < D < D_д$ в приборе ВЗ вырабатывается сигнал «Зона», который поступает в аппаратуру запуска для разрешения пуска ракеты. При этом в поле зрения визирного устройства загорается сигнальная лампа ЗОНА. При выполнении условия $\dot{D} >$ — 140 м/с вычислитель зоны вырабатывает команду «Назад».

Вычислитель упреждений работает автономно, т. е. независимо

от того, включена или нет аппаратура оценки зоны. Сигналом для его включения является перевод аппаратуры запуска в режим «Слежение». Сигналом для поступления вычисленных упреждений на выход прибора является включение в аппаратуре запуска режима «Пуск».

Для обеспечения работы аппаратуры оценки зоны в нее поступают 24 В от СЭП пусковой установки и 115 В 400 Гц от преобразователя ПО-500А.

Краткая характеристика элементов радиолокационного устройства

Антенна (прибор А) предназначена для формирования диаграммы направленности, излучения зондирующего импульса и приема отраженного от цели сигнала.

Ширина диаграммы направленности по уровню половинной мощности в вертикальной и горизонтальной плоскостях $(60\pm10)'$. Коэффициент усиления не менее 20 000.

Антенна — параболическая, зеркальная. Диаметр параболоида вращения 600 мм, фокусное расстояние 300 мм. В фокусе антенны с помощью держателя закреплен рупорный облучатель, закрытый радиопрозрачным колпачком.

В нижней части антенны есть прилив с отверстием для установки трубки холодной пристрелки ТХП-7-195 при юстировке электрической оси антенны. Отверстие закрыто крышкой.

Антенна жестко крепится к люльке пусковой установки.

Литерный приемопередатчик (прибор ЛПП) предназначен для формирования зондирующих импульсов, импульсов нулевой дальности, сигнала «Начало измерений» (НИ), преобразования и предварительного усиления отраженных от цели сигналов и обеспечения работы схемы автоматической подстройки частоты.

Перестройка несущей частоты зондирующего импульса осуществляется заменой магнетрона. Магнетрон настроен на одну из четырех фиксированных частот. Каждой частоте соответствует своя литера, т. е. имеются магнетроны четырех литер: А, Б, В и Г. Отсюда и название «литерный приемопередатчик». Литера магнетрона указывается на металлической планке, которая крепится на приборе ЛПП со стороны антенны под волноводом. Там же закреплена планка, на которой выгравировано номинальное значение тока магнетрона.

Под крышкой РЕГУЛИРОВКА на левой стенке литерного приемопередатчика размещены: потенциометр ТОК МАГНЕТРОНА; тумблер ТРЕНИРОВКА; гнезда Гн1, Гн2 — для контроля напряжения 115 В 400 Гц; гнездо Гн3 — для проверки импульса поджига тиратрона передающей системы.

Тумблер ТРЕНИРОВКА включается для тренировки магнетрона после его замены или перерыва в работе более шести месяцев.

Блок управления и контроля (прибор У, рис. 4.4) предназначен для усиления отраженных от цели сигналов, обеспечения ра-

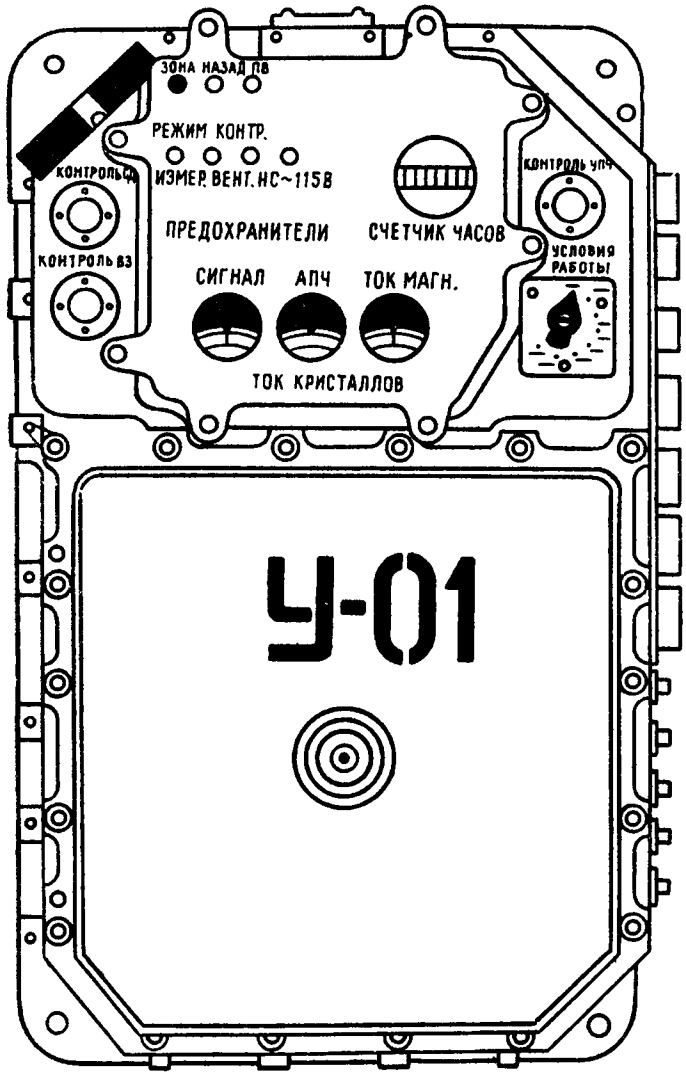


Рис. 4.4. Блок управления и контроля

боты механизма перестройки частоты клистрона, коммутации питающих напряжений аппаратуры в соответствии с режимом ее работы, контроля работоспособности аппаратуры и управления работой приборной части.

На передней панели прибора У размещены:

переключатель УСЛОВИЯ РАБОТЫ — в положения $-50° \div -10°$; $-10° \div +30°$; $+30° \div +50°$ устанавливается в соответствии с температурой воздуха, при этом в приборной части одновременно включаются режимы «Минус», «Норма», «Плюс». В положение МАНЕВР переключатель устанавливается оператором при маневре цели для включения в приборной части необходимого в этом случае режима. Остальные положения переключателя (КОНТР. ПОМЕХ; КОНТР. ВМП; КОНТР. СД; КОНТР. НС) используются при проверке работоспособности аппаратуры;

кнопки КОНТРОЛЬ СД, КОНТРОЛЬ ВЗ, КОНТРОЛЬ УПЧ, используемые для проверки работоспособности аппаратуры;

сигнальные лампы ЗОНА, НАЗАД, ПВ, РЕЖИМ ИЗМЕР., КОНТР. ВЕНТ., НС, ~115 В, индицирующие работоспособность элементов аппаратуры;

миллиамперметры ТОК КРИСТАЛОВ (СИГНАЛ, АПЧ), ТОК МАГН, с помощью которых контролируются токи смесителей сигнала и АПЧ и ток магнетрона.

Под крышкой передней панели установлены предохранители и контрольные гнезда.

Пульт оперативного управления предназначен для включения, переключения режимов и выключения аппаратуры оценки зоны.

На приборе ПОУ установлены (рис. 4.5):

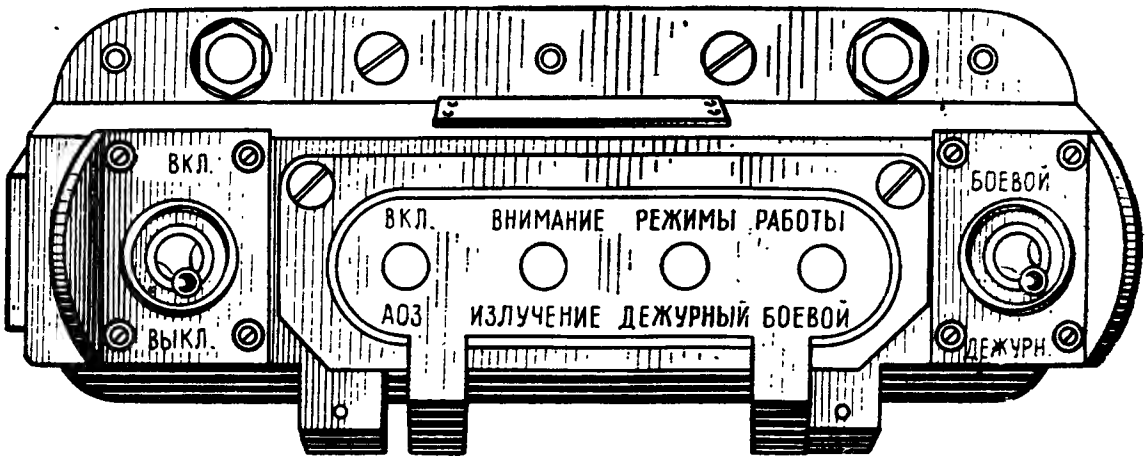


Рис. 4.5. Пульт оперативного управления

тумблер ВКЛ. — ВЫКЛ. для включения (выключения) аппаратуры;

тумблер БОЕВОЙ — ДЕЖУРНЫЙ, обеспечивающий переключение режимов работы АОЗ;

сигнальная лампа ВКЛ. АОЗ (загорается при включении аппаратуры);

сигнальная лампа ВНИМАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЕ (загорается при установке тумблера БОЕВОЙ — ДЕЖУРНЫЙ в положение БОЕВОЙ);

сигнальные лампы РЕЖИМЫ РАБОТЫ (ДЕЖУРНЫЙ, БОЕВОЙ), которые загораются при включении соответствующего режима работы АОЗ.

Воздушная помпа (блок ПВ) предназначена для создания в волноводном тракте избыточного давления воздуха в целях исключения возможности электрического пробоя в волноводе.

Помпа представляет собой воздушный насос с регулятором давления. Работа ее осуществляется в дискретном режиме. При включении питания аппаратуры помпа включается и доводит давление в волноводном тракте до 2,8 ати, после чего автоматически отключается. При понижении давления до 2,1 ати помпа включается. При повреждении волноводного тракта или выходе из строя

воздушной помпы, если давление снизится до 1,4 ати, происходит отключение помпы и питания передающей системы.

Всасывание воздуха осуществляется через фильтр-осушитель, заполненный силикагелем.

Воздушная помпа подсоединяется к волноводному тракту с помощью гибкого шланга.

Накопитель сигналов (прибор НС) предназначен для выделения полезного импульсного сигнала на фоне несинхронных импульсных помех и внутренних шумов приемной системы.

Принцип действия накопителя сигналов основан на модуляции периода повторения синхронизирующих импульсов, поступающих из прибора СД и определяющих частоту повторения передающей системы. Модуляция осуществляется по псевдослучайному закону, чем обеспечивается необходимая степень несинхронности помехи.

Полезные сигналы, поступающие на вход блока, проходят на прибор СД только в том случае, если они синхронны с импульсами нулевой дальности. Для повышения достоверности информации в приборе применено накопление синхронных сигналов, т. е. накопитель сигналов пропускает полезный сигнал только в случае прихода не одиночного синхронного сигнала, а их последовательности.

Преобразователь ПО-500А предназначен для преобразования постоянного тока напряжением 24 В в переменный однофазный ток напряжением 115 В и частотой 400 Гц.

Преобразователь выполнен в виде двух электрических машин — двигателя и генератора, смонтированных в одном корпусе. Вращающиеся части обеих электрических машин размещены на одном валу.

Для регулировки выходного напряжения имеется потенциометр БОЛЬШЕ — МЕНЬШЕ.

Работа основных схем аппаратуры

Передающая система предназначена для генерирования зондирующих импульсов и формирования импульса нулевой дальности, совпадающего по времени с зондирующим импульсом.

Передающая система выполнена в виде отдельного блока М, расположенного в литерном приемопередатчике, и имеет в своем составе (рис. 4.6) высоковольтный выпрямитель, модулятор, магнетрон, схему контроля вентиляторов.

Высоковольтный выпрямитель предназначен для преобразования переменного напряжения 115 В 400 Гц в постоянное напряжение 4 кВ.

Модулятор обеспечивает формирование на катоде магнетрона отрицательного импульса амплитудой 12—15 кВ.

Магнетрон предназначен для генерирования сверхвысокочастотных зондирующих радиоимпульсов.

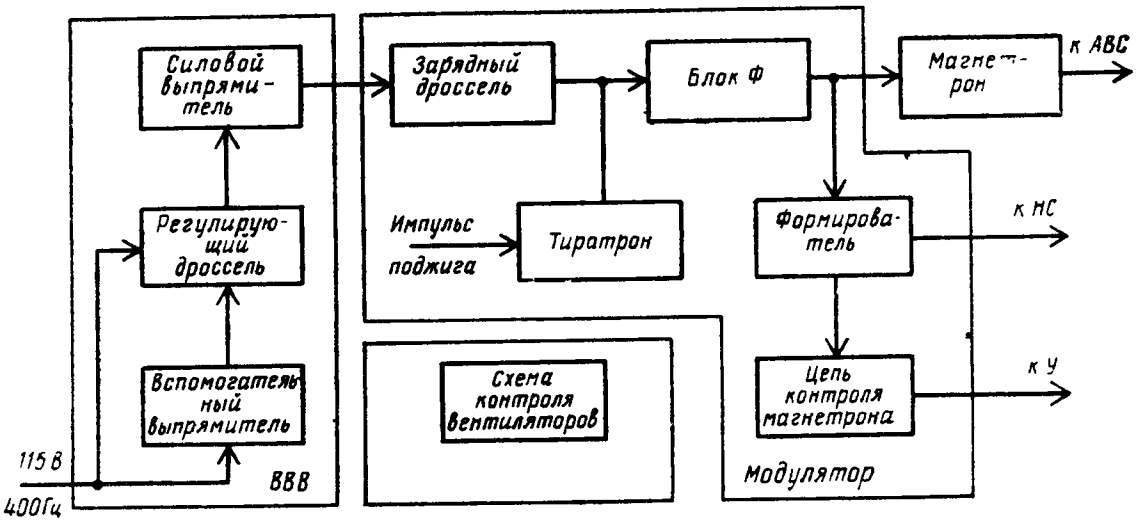


Рис. 4.6. Структурная схема блока М

Схема контроля вентиляторов обеспечивает индикацию работы вентиляторов обдува элементов передающей и приемной системы загоранием лампы КОНТР. ВЕНТ. на приборе У.

Рассмотрим работу передающей системы по функциональной схеме.

При включении в аппаратуре оценки зоны боевого режима напряжение 115 В 400 Гц прикладывается одновременно к вспомогательному выпрямителю и через регулирующий дроссель к силовому выпрямителю. Вспомогательный выпрямитель собран по однополупериодной схеме выпрямления на полупроводниковом диоде. Нагрузкой вспомогательного выпрямителя является управляющая обмотка регулирующего дросселя, который включен последовательно с трансформатором силового выпрямителя. Такое включение вспомогательного выпрямителя и регулирующего дросселя обеспечивает плавное увеличение напряжения на первичной обмотке силового трансформатора и регулирование его в установившемся режиме в широких пределах. Силовой выпрямитель выполнен по схеме удвоения напряжения.

С выхода высоковольтного выпрямителя напряжение через зарядный дроссель прикладывается к блоку Ф, который представляет собой накопитель энергии в виде четырехступенчатой формирующей линии. Происходит резонансный заряд конденсаторов формирующей линии до напряжения примерно 8 кВ.

Момент разряда формирующей линии определяется коммутирующим элементом, роль которого выполняет тиратрон. При поступлении на управляющую сетку тиратрона импульса поджига замыкается накоротко вход формирующей линии. При этом на катоде магнетрона формируется отрицательный импульс амплитудой до 15 кВ. Под действием этого импульса магнетрон генерирует зондирующий импульс, который поступает в антенно-волноводную систему. Одновременно в формирователе ИНД вырабатывается импульс отрицательной полярности, поступающий через прибор

НС на вход измерителя скорость — дальность для фиксации момента начала измерения дальности.

Цепь контроля магнетрона обеспечивает измерение тока магнетрона с помощью миллиамперметра на приборе У.

В передающей системе установлены вентиляторы обдува магнетрона, тиратрона и формирующей линии. На вентиляторах размещены датчики, которые включены последовательно с лампой КОНТР. ВЕНТ. прибора У. В эту же цепь подключен датчик работы вентилятора обдува клистрона. Если хотя бы один вентилятор не работает, гаснет лампа КОНТР. ВЕНТ.

Антенно-волноводная система (АВС) предназначена для передачи зондирующих импульсов от магнетрона к антенне (или эквиваленту антенны), направленного излучения их в пространство, приема отраженных от цели сигналов и передачи их на вход приемной системы. Антенна описана в начале данного параграфа.

Приемная система предназначена для преобразования отраженных от цели сверхвысокочастотных импульсов в видеоимпульсы и усиления их до величины, необходимой для обеспечения нормальной работы приборной части.

В состав приемной системы (рис. 4.7) входят канал сигнала и канал автоматической подстройки частоты (АПЧ).

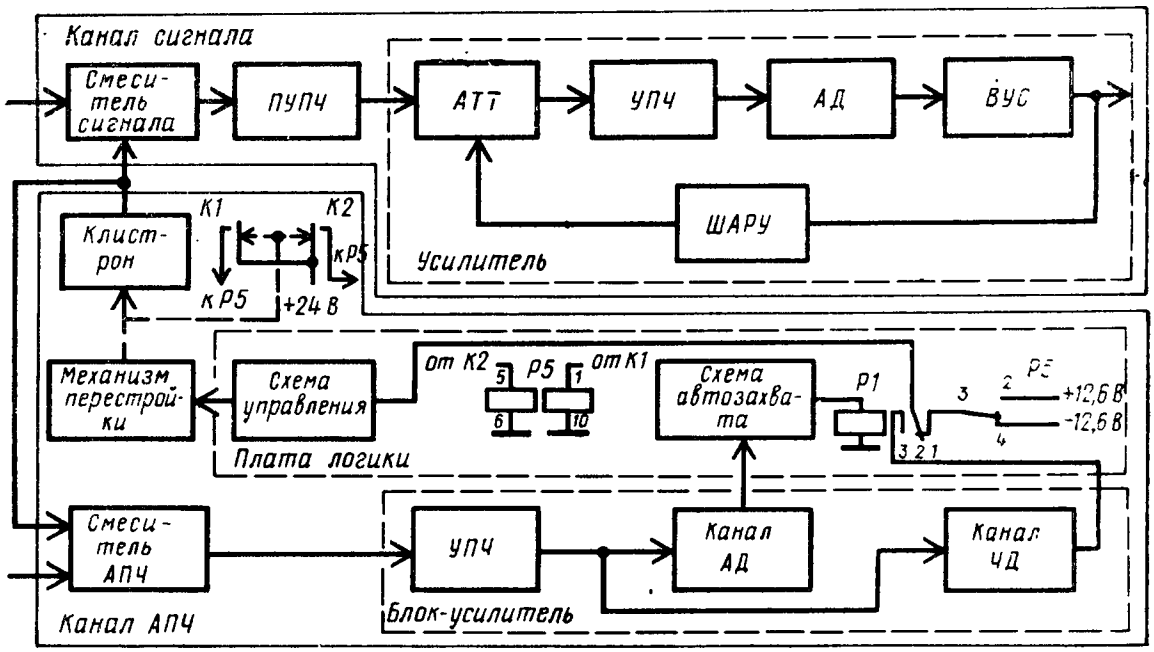


Рис. 4.7. Структурная схема приемной системы

Основные технические характеристики приемной системы: чувствительность — не хуже 10^{-10} Вт; промежуточная частота — 30 МГц; амплитуда сигнала на выходе приемной системы — не менее 7 В.

Канал сигнала включает смеситель сигнала, предварительный усилитель промежуточной частоты (ПУПЧ) и усилитель.

Отраженные от цели сигналы от переключателя ПРИЕМ —

ПЕРЕДАЧА поступают на смеситель сигнала. На второй вход смесителя подаются непрерывные синусоидальные колебания от клистрона. Смеситель выполнен по балансной схеме в виде волноводного кольцевого моста. В смесителе возникают биения, которые детектируются с помощью двух кристаллических диодов, нагрузкой которых является входная цепь ПУПЧ. В результате работы смесителя во входной цепи ПУПЧ выделяется сигнал на промежуточной частоте. Коэффициент усиления ПУПЧ 60—160, полоса пропускания (9±2) МГц.

Кроме входной цепи, предназначенной для согласования выходного сопротивления смесителя с входным сопротивлением предварительного усилителя, ПУПЧ имеет в своем составе три каскада усиления. Частотная характеристика ПУПЧ формируется расстроенной тройкой контуров. Контуры, являющиеся анодными нагрузками усилительных каскадов, настроены соответственно на частоты 25, 30 и 35 МГц. С выхода ПУПЧ усиленные сигналы промежуточной частоты поступают в прибор У на вход усилителя, который имеет в своем составе: аттенюатор (АТТ); усилитель промежуточной частоты (УПЧ); амплитудный детектор (АД); видеоусилитель (ВУС); канал шумовой автоматической регулировки усиления (ШАРУ).

На аттенюаторе, выполненном по диодной схеме, осуществляется автоматическая регулировка усиления. Работа схемы основана на увеличении внутреннего сопротивления диода при увеличении положительного напряжения на его катоде. В качестве управляющего сигнала используется выходное напряжение канала ШАРУ.

Усилитель промежуточной частоты собран из пяти усилительных каскадов, которые выполнены по каскодной схеме (общий эмиттер — общая база). Это обеспечивает устойчивое усиление во всем частотном диапазоне настройки усилителя. Частотная характеристика УПЧ формируется с помощью двух пар взаимно расстроенных контуров и одного контура, настроенного на среднюю частоту.

Детектирование сигналов промежуточной частоты осуществляется амплитудным детектором, на нагрузке которого выделяется огибающая радиоимпульсов. Эта огибающая поступает на ВУС, где усиливается до необходимой величины.

Для обеспечения на выходе усилителя заданного уровня шумов применена автоматическая регулировка усиления по шумам. Особенностью схемы ШАРУ является то, что она не реагирует на импульсный сигнал. В канале ШАРУ вырабатывается управляющее напряжение, пропорциональное уровню шумов на выходе усилителя, которое поступает на аттенюатор, изменяя коэффициент усиления усилителя обратно пропорционально уровню шумов на его выходе.

Для контроля работоспособности усилительного тракта постоянная составляющая шумов подается в прибор У, где через кнопку КОНТРОЛЬ УПЧ подключается к миллиамперметру ТОК МАГНЕТРОНА.

С выхода усилителя видеоимпульс через накопитель сигналов поступает в приборную часть.

Канал АПЧ предназначен для установки и поддержания номинального значения промежуточной частоты полезного сигнала.

В состав канала АПЧ входят: смеситель АПЧ; блок-усилитель; плата логики; клистрон с механизмом перестройки. Канал работает в режиме поиска сигнала и в режиме захвата сигнала.

Режимы включаются последовательно, автоматически при установке тумблера ДЕЖУРНЫЙ — БОЕВОЙ на ПОУ в положение БОЕВОЙ.

Рассмотрим работу канала АПЧ. На смеситель АПЧ поступают часть энергии зондирующего импульса и электромагнитная энергия клистрона. Конструкция смесителя АПЧ аналогична конструкции смесителя сигнала. Выходной сигнал на частоте $f=f_к-f_м$, где $f_к$ — частота клистрона, а $f_м$ — частота магнетрона, поступает в прибор У на вход блока усилителя. Блок усилителя предназначен для усиления сигнала разностной частоты и преобразования его в напряжение постоянного тока, полярность и величина которого зависят от знака и величины отклонения разностной частоты относительно частоты промежуточной.

В состав блока усилителя входят: усилитель промежуточной частоты (УПЧ); канал амплитудного детектора; канал частотного детектора.

Усилитель промежуточной частоты имеет в своем составе два резистивных усилительных каскада, эмиттерный повторитель и схему АРУ. С выхода УПЧ сигнал поступает на входы амплитудного и частотного детекторов. Частотные характеристики детекторов приведены на рис. 4.8. Ширина диапазона перестройки частоты

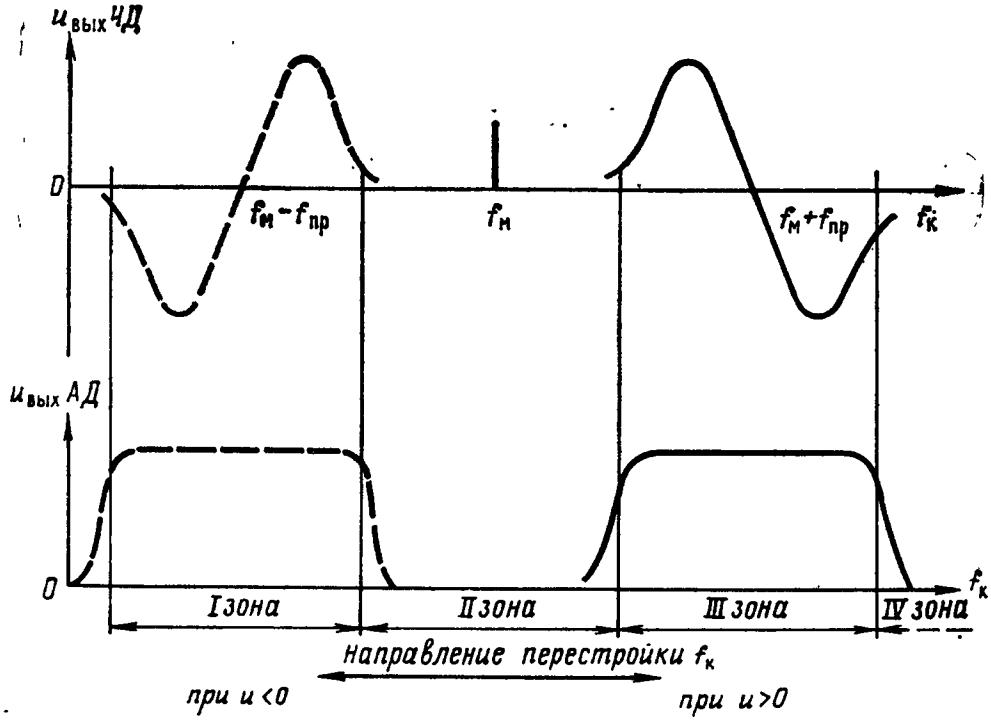


Рис. 4.8. Частотные характеристики канала АПЧ

клистрона составляет 282,5 МГц. Этот диапазон является диапазоном поиска сигнала по частоте. Условно он разбит на четыре зоны: I, II и IV — зоны поиска, III — зона захвата частоты сигнала. Центр III зоны расположен по оси частот на частоте $f_к = f_м + f_{пр}$, где $f_{пр}$ — частота промежуточная. Как видно из рис. 4.8, сигналы на выходе амплитудного и частотного детекторов появятся лишь в том случае, если с выхода УПЧ будет сниматься сигнал, частота которого находится в III зоне. В этом случае с выхода частотного детектора будет сниматься постоянное напряжение положительной полярности при $f < f_{пр}$ и отрицательной полярности при $f > f_{пр}$. Амплитудный детектор управляет работой схемы автозахвата. При появлении сигнала на выходе амплитудного детектора срабатывают схема автозахвата и реле Р1, которое своими контактами подключает выход частотного детектора к входу схемы управления двигателем механизма перестройки частоты клистрона. Схема автозахвата и схема управления двигателем механизма перестройки являются элементами платы логики. Направление вращения двигателя, а соответственно и перестройки частоты клистрона зависит от соотношения f и $f_{пр}$. Если $f > f_{пр}$, перестройка клистрона осуществляется в сторону уменьшения его частоты, а при $f < f_{пр}$ — в сторону увеличения. Перестройка осуществляется до тех пор, пока сигнал на выходе частотного детектора не станет равным нулю. Это произойдет при $f = f_{пр}$, т. е. при $f_к = f_м + f_{пр}$. Для сокращения времени переходного процесса при захвате сигнала по частоте схема управления двигателем механизма перестройки охвачена отрицательной обратной связью по скорости.

Если при включении боевого режима частота f не попала в зону захвата, на выходе амплитудного детектора сигнал отсутствует и обмотка реле Р1 обесточена. Через замкнутые контакты реле Р1 к схеме управления подключается напряжение 12,6 В постоянного тока, полярность которого зависит от положения контактов поляризованного реле Р5. При этом в зависимости от полярности напряжения перестройка частоты клистрона может осуществляться как в направлении зоны захвата, так и наоборот. Допустим, что частота f находится в IV зоне, а на вход схемы управления подается напряжение +12,6 В. При этом частота клистрона изменяется в сторону увеличения, т. е. уходит от III зоны. Перестройка частоты в этом направлении прекратится при срабатывании микровыключателя К2. Диапазон перестройки частоты клистрона механически ограничен с помощью двух микровыключателей, установленных на механизме перестройки и срабатывающих соответственно при $f_{к\,min}$ и $f_{к\,max}$. Запитается обмотка 5—6 реле Р5, разомкнутся контакты *2—3* и замкнутся контакты *3—4* этого реле. Изменится полярность напряжения, приложенного к входу схемы управления, а следовательно, и направление перестройки частоты клистрона. Частота будет уменьшаться и войдет в III зону. Включится режим захвата частоты. Работа канала в этом режиме описана выше. При попадании частоты в I или II зону плата

логики обеспечивает перестройку частоты клистрона, исключая возможность захвата сигнала на «зеркальной» частоте.

Приборная часть предназначена для решения задачи о нахождении цели в зоне пуска ракет 9М37 и 9М37М. Исходными данными являются дальность до цели D и радиальная составляющая скорости цели $\dot{D}$. Эти величины измеряются и вычисляются в приборе СД.

Дальность до цели определяется по времени запаздывания отраженного сигнала относительно импульса нулевой дальности, т. е. путем измерения соответствующего временного интервала. Измерение временных интервалов производится классическим методом последовательного счета, при котором измеряемый временной интервал заполняется импульсами со стабильной частотой повторения. Временной интервал пропорционален количеству импульсов, укладывающихся в нем. Частота повторения импульсов равна 6 МГц, следовательно, временной интервал между двумя последовательными импульсами соответствует дальности, равной 25 м.

Принцип измерения дальности показан на рис. 4.9. Одновременно с зондирующим импульсом (ЗИ) в передающей системе

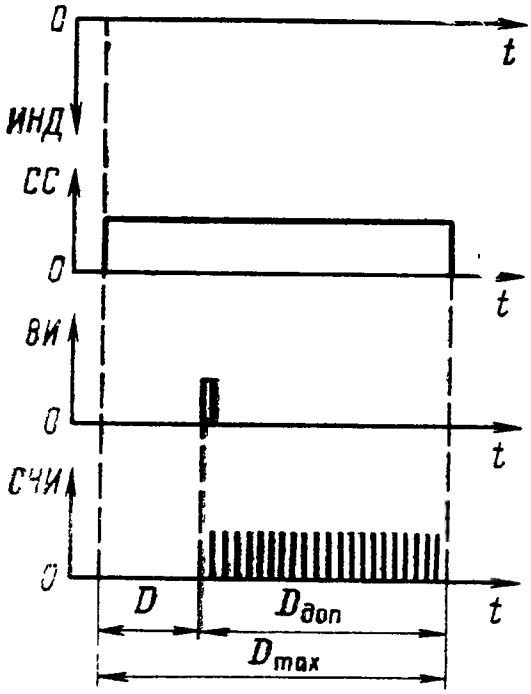


Рис. 4.9. Сущность измерения дальности

формируется импульс нулевой дальности (ИНД), поступающий в приборную часть. В приборе СД этот импульс запускает схему формирования стоп-сигнала (СС). Параметры этой схемы подобраны таким образом, что длительность стоп-сигнала соответствует максимальной измеряемой дальности (D_{max}). В момент прихода из приемной системы видеоимпульса (ВИ) в приборе СД включается схема формирования счетных импульсов (СЧИ), которая выключается задним фронтом стоп-сигнала. Таким образом, получается количество импульсов, пропорциональное дальности дополнительной $D_{доп}$. Если в счетчик дальности записать код, соответст-

вующий D_{max}, а затем вычесть код, соответствующий $D_{доп}$, то в счетчике останется код, соответствующий дальности до цели: $D = D_{max} - D_{доп}$.

Для записи в счетчик и выполнения операций число-импульсный код преобразуется в двоичный.

Чтобы повысить точность измерения дальности, в приборе СД применен метод цифрового интегрирования, при котором измерение соответствующего временного интервала производится не однократно, а повторяется определенное количество раз. Измерение одного временного интервала в приборе СД производится 64 раза, что составляет цикл измерений. Таким образом, для получения значения дальности выполняется цикл измерений. Для этого в счетчик дальности записывается код, соответствующий 64 D_{max}, затем в процессе измерений из этого кода 64 раза вычитается код, соответствующий $D_{доп}$. Код, оставшийся в счетчике, делится на 64 и со счетчика дальности снимается код, соответствующий дальности до цели.

Определение радиальной составляющей скорости цели производится расчетным способом:

$$\dot{D} = \frac{D_2 - D_1}{0{,}6c + 0{,}5\,(t_{D1} + t_{D2})},$$

где $0{,}6c$ — постоянный временной интервал, обусловленный необходимостью приведения схем в исходное состояние после каждого цикла измерений дальности;

t_{D1}, t_{D2} — время, затраченное на цикл измерений $D1$ и $D2$ соответственно.

Величины t_{D1} и t_{D2} зависят от степени нерегулярности видеосигнала, приходящего из приемной системы. Чем больше пропусков и пропаданий видеосигнала, тем большее время требуется для выполнения цикла измерений:

$$t_{D1} = T_п\,(64 + K_1);$$
$$t_{D2} = T_п\,(64 + K_2),$$

где $T_п$ — период повторения зондирующих импульсов;

K_1, K_2 — число пропаданий и пропусков видеосигнала при измерении $D1$ и $D2$ соответственно.

Для реализации процесса вычисления $\dot{D}$ после каждого цикла измерений дальности соответствующий значению D код переписывается в счетчик приращения дальности ΔD. Одновременно осуществляется измерение временного интервала. После двух циклов измерений дальности выполняется цикл вычислений радиальной составляющей скорости цели $\dot{D}$ и на выход блока поступают значения D и $\dot{D}$, предварительно преобразованные в аналоговую форму. Напряжения постоянного тока, пропорциональные D и $\dot{D}$, поступают в вычислитель зоны.

Вычислитель зоны предназначен: для вычисления границ зоны пуска ракет 9М37 и 9М37М; для сравнения дальности до цели D с вычисленными значениями границ зоны пуска ($D_б$, $D_д$) и выработки сигнала «Зона» при выполнении условия $D_б < D < D_д$ для сравнения радиальной составляющей скорости цели ($\dot{D}$) с постоянным значением — 140 м/с и выработки сигнала «Назад» при условии $\dot{D} >$ — 140 м/с.

Исходными данными для работы блока являются дальность до цели D, радиальная составляющая скорости цели $\dot{D}$, суммарная угловая скорость линии визирования $\dot{\Omega}_Σ$, вычисляемая в аппаратуре запуска.

Вычислитель упреждений предназначен:

для формирования по команде «Пуск» горизонтальной и вертикальной составляющих угловых упреждений в виде напряжений постоянного тока, пропорциональных модулю и горизонтальной и вертикальной составляющим угловой скорости линии визирования;

для формирования фиксированной составляющей вертикального упреждения при поступлении из аппаратуры запуска сигнала «Низ».

Исходными данными для работы прибора ВУ являются: суммарная угловая скорость линии визирования $\dot{\Omega}_Σ$; вертикальная составляющая угловой скорости линии визирования $\dot{\Omega}_в$; горизонтальная составляющая угловой скорости линии визирования $\dot{\Omega}_г$.

Эти сигналы поступают из аппаратуры запуска.

§ 4.3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД ПУСКОВОЙ УСТАНОВКИ

Общие сведения

Электрический привод предназначен для перевода пусковой установки из походного положения в боевое и обратно; наведения башни в горизонтальной плоскости; наведения люльки в вертикальной плоскости.

Привод обеспечивает:

перевод пусковой установки из походного положения в боевое и стопорение станка в боевом положении;

наведение пусковой установки в вертикальной плоскости в пределах от —5° до +80° и в горизонтальной плоскости без ограничений;

автоматическое «слежение» за целью по сигналам, поступающим из головки самонаведения ракеты, при работе аппаратуры запуска в режиме «Слежение»;

автоматическую отработку угловых упреждений, вычисляемых аппаратурой оценки зоны, по команде «Пуск» и торможение пусковой установки в момент старта ракеты;

растормаживание пусковой установки после пуска ракеты;

перевод пусковой установки из боевого положения в походное и стопорение ее в походном положении.

В состав электрического привода входят: привод перевода пусковой установки; привод вертикального наведения; привод горизонтального наведения; схема электрических блокировок.

Общими элементами приводов наведения и перевода являются пульт наведения (ПН) и блок управления приводом (БУП).

Кроме того, в привод горизонтального наведения входят блок усилителей и механизм горизонтального наведения, в привод вертикального наведения — блок усилителей и механизм вертикального наведения, в привод перевода — механизм перевода и стопорения.

Для исключения поломок пусковой установки и обеспечения строго определенной последовательности перевода пусковой установки из походного положения в боевое и обратно привод оборудован электрическими блокировками, регламентирующими его работу.

Принцип работы электрического привода

Электрический привод включается оператором. Для его включения необходимо установить на пульте оператора тумблеры ПИТАНИЕ 24 В, 28 В в положение ВКЛ., тумблер ПРИВОД — ВЫКЛ. — РУЧНОЕ — в положение ПРИВОД, при этом на пульте оператора будет гореть лампа ПОХОД. Для перевода пусковой установки в боевое положение необходимо на пульте оператора 2 (ПО-2) тумблер ПЕРЕВОД установить в положение БОЕВОЕ и нажать педаль стопора ПУ в походном положении. Люлька расстопоривается, срабатывает расположенная на ней блокировка ПОХОД, включается двигатель механизма перевода, гаснет лампа ПОХОД, станок с люлькой переводятся в боевое положение. В конце перевода станок фиксируется на башне, замыкаются блокировки РАБОТА, БОЕВОЕ, отключается двигатель механизма перевода и на пульте оператора загорается лампа подсветки шкалы вольтметра (если замкнуты блокировки ЛЮК КОМАНДИРА, ЛЮК ВОДИТЕЛЯ, СТЕКЛО). Для наведения пусковой установки оператор фиксирует пульт наведения в рабочем положении (срабатывает БЛОКИРОВКА ПН) и на правой рукоятке пульта наведения нажимает гашетку. Для наведения ПУ в гориознтальной плоскости необходимо предварительно расстопорить башню. Наведение осуществляется в вертикальной плоскости поворотом рукояток пульта наведения вверх-вниз, а в горизонтальной плоскости — поворотом корпуса пульта наведения влево или вправо относительно его вертикальной оси.

При этом положение люльки в вертикальной плоскости соответствует положению рукояток пульта наведения, а направление и скорость вращения башни — направлению и углу поворота корпуса пульта наведения. Двигатель вертикального наведения отключается на минимальном и максимальном углах наведения (срабатывают блокировки — 5° ВН и 80° ВН соответственно). Если аппаратура запуска работает в режиме «Слежение», то уста-

новкой тумблера СЛЕЖЕНИЕ на ПО-2 в положение АВТОМАТ можно включить приводы наведения в режим автоматического слежения. Пусковая установка будет наводиться по сигналам, поступающим из ГСН ракеты. В процессе наведения оператор удерживает гашетку на правой рукоятке ПН в нажатом состоянии. Если отпустить гашетку, двигатели механизмов наведения отключаются и пусковая установка затормаживается. При включении в аппаратуре запуска режима «Пуск» приводы наведения отрабатывают упреждения, вычисленные аппаратурой оценки зоны, и пусковая установка затормаживается, обеспечивая жесткость конструкции в момент старта ракеты.

Для перевода пусковой установки в походное положение оператор устанавливает тумблер ПЕРЕВОД на ПО-2 в положение ПОХОДНОЕ, стопорит башню в нулевом положении относительно продольной оси боевой машины (при этом срабатывает блокировка НОЛЬ ГН) и с помощью рукояток пульта наведения устанавливает люльку на максимальный угол. Срабатывает блокировка 83° ВН (блокировка 80° ВН отключается при установке тумблера ПЕРЕВОД в положение ПОХОДНОЕ), включается двигатель перевода, станок расстопоривается, гаснет лампа подсветки шкалы вольтметра и осуществляется перевод ПУ в походное положение. При стопорении пусковой установки в походном положении срабатывает блокировка ПОХОД, отключается двигатель перевода и на ПО загорается лампа ПОХОД.

Если башня в момент установки стопора в положение «Застопорено» не находится в нулевом положении, срабатывает блокировка ОГРАНИЧЕНИЕ ГН и скорость наведения башни уменьшается. При установке башни в нулевое положение она стопорится, срабатывает блокировка НОЛЬ ГН и привод горизонтального наведения отключается.

Предусмотрена возможность ручного перевода пусковой установки с помощью специальной съемной рукоятки. Если рукоятка установлена в рабочее положение, срабатывает блокировка ПЕРЕВОД, размыкающая цепь питания двигателя перевода.

Краткая характеристика элементов электрического привода

Пульт наведения предназначен для управления приводами наведения. Он расположен перед оператором на откидном кронштейне. В корпусе пульта наведения размещены два потенциометра. Движок одного из них кинематически связан с рукоятками, а другого — с корпусом пульта наведения. Эти потенциометры являются задающими для приводов вертикального и горизонтального наведения. Рукоятки и корпус подпружинены относительно нейтрального положения.

На левой рукоятке пульта наведения размещены кнопка БОРТ и тумблер ОХЛАЖДЕНИЕ, на правой — кнопка СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК и гашетка включения приводов наведения.

Блок управления приводом является основным коммутирующим элементом электрического привода и предназначен для обеспечения его работы в различных режимах. Он расположен справа от оператора на внешней стороне подвески.

В металлическом корпусе размещены схемы коммутации цепей питания и управления. На передней торцевой стенке блока установлены автоматы защиты и предохранители. Автоматы защиты предохраняют двигатели электрического привода от перегрузки. Автоматы защиты установлены:

ВГ — в цепи якорной обмотки двигателя горизонтального наведения;

ВВ — в цепи якорной обмотки двигателя вертикального наведения;

ВП — в цепи якорной обмотки двигателя перевода.

При возрастании величины тока, протекающего через автомат защиты, он автоматически выключается, размыкая электрическую цепь.

Предохранители установлены:

Пр1 — в цепи перевода;

Пр2 — в цепи подачи напряжения 28 В постоянного тока на блоки усилителей;

Пр3 — в цепи горизонтального наведения;

Пр4 — в цепи вертикального наведения.

Блок усилителей предназначен для усиления управляющих сигналов приводов наведения до величины, необходимой для нормальной работы исполнительных двигателей. В электрическом приводе два таких блока: один — в приводе горизонтального наведения, другой в приводе вертикального наведения. Блок усилителей горизонтального наведения установлен слева, а блок усилителей вертикального наведения — справа от оператора с внутренней стороны подвески.

В блоке применено двойное преобразование сигналов. Входной управляющий сигнал постоянного тока преобразуется в прямоугольные импульсы, усиливается и выпрямляется, после чего еще раз усиливается и поступает на схему управления выходными тиристорами.

Сигнал с выхода блока усилителей поступает на якорную обмотку исполнительного двигателя.

Под съемными крышками на стенке блока установлены потенциометры и контрольные гнезда, используемые при настройке, а также предохранитель, включенный в цепь питания блока.

Механизм горизонтального наведения предназначен для передачи вращательного момента от двигателя или механизма ручного наведения на выходную шестерню, входящую в зацепление с зубчатым венцом погона башни. Расположен слева от оператора. Представляет собой двухступенчатый цилиндрический прямозубый редуктор с тормозом, исполнительным двигателем и механизмом ручного наведения. Тормоз имеет как электрический, так и ручной привод управления. При нажатии гашетки на правой рукоятке

пульта наведения запитывается обмотка электромагнита, обеспечивающего растормаживание редуктора. Если питание выключено или привод горизонтального наведения неисправен, но существует необходимость разворота башни (при техническом обслуживании или устранении неисправности), оператор растормаживает редуктор вручную рычагом, установленным на тормозе, и с помощью маховика разворачивает башню.

Соосно с якорем исполнительного двигателя в корпусе редуктора установлен тахогенератор обратной связи, кинематически связанный с якорем двигателя.

Для устранения люфта в зацеплении выходной шестерни редуктора с зубчатым венцом погона башни предусмотрен специальный механизм.

Механизм вертикального наведения представляет собой трехступенчатый цилиндрический прямозубый редуктор с тормозом и блоком микровыключателей. Тормоз по устройству аналогичен тормозу механизма горизонтального наведения. Выходная шестерня редуктора входит в зацепление с зубчатым сектором, установленным на люльке. В блоке микровыключателей установлены следующие микровыключатели:

—5° ВН — отключает привод вертикального наведения на минимальном угле;

—3° ВН — обеспечивает электрическое торможение двигателя привода вертикального наведения при подходе люльки к минимальному углу;

20° — вырабатывает сигнал «Низ» при угле места люльки 20° и меньше;

80° ВН — отключает привод вертикального наведения на максимальном угле;

83° ВН — обеспечивает отключение привода вертикального наведения и включение привода перевода при переводе ПУ из боевого положения в походное.

Здесь же установлен и потенциометр обратной связи привода вертикального наведения.

Механизм перевода и механизм стопорения станка в боевом положении конструктивно объединены в один узел. Основным элементом механизмов является дифференциал, на оси которого закреплена шестерня, входящая в зацепление с зубчатым сектором вала станка и обеспечивающая перевод ПУ. Одно из солнечных колес кинематически связано с двигателем перевода, а другое — с шестерней механизма стопорения. При переводе пусковой установки в боевое положение вращение от двигателя или механизма ручного перевода передается выходной шестерне дифференциала, а после того как станок упрется в башню — на шестерню механизма стопорения. При переводе в походное положение двигатель реверсируется и все происходит в обратном порядке. Работа механизма перевода и механизма стопорения регламентируется следующими блокировками:

ПОХОД — установлена на люльке и обеспечивает включение

двигателя перевода в начале перевода ПУ в боевое положение и отключение двигателя перевода при стопорении пусковой установки в походном положении;

РАБОТА (расположена в средней части станка) и БОЕВОЕ (на механизме перевода) — отключают двигатель перевода при стопорении станка в боевом положении и подготавливают цепи включения приводов наведения;

83° ВН — размещена в блоке микровыключателей (см. выше);

НОЛЬ ГН — установлена в корпусе фиксатора башни, срабатывает при стопорении башни в нулевом положении и отключает привод горизонтального наведения, одновременно подготавливая цепи включения привода перевода при переводе ПУ в походное положение;

ПЕРЕВОД — расположена на механизме перевода и исключает подачу питания на двигатель перевода при установке рукоятки ручного перевода.

Работа приводов наведения

Оператор имеет возможность управлять приводами наведения как двумя одновременно, так и каждым в отдельности.

Приводы наведения могут работать в режимах наведения, автоматического слежения и отработки упреждений по команде «Пуск».

Для включения приводов наведения (рис. 4.10) необходимо перевести пусковую установку в боевое положение (блокировки РАБОТА, БОЕВОЕ), зафиксировать пульт наведения в рабочем положении (БЛОКИРОВКА ПН), включить тумблеры ПИТАНИЕ 24 В, 28 В на пульте оператора и установить тумблер ПРИВОД — ВЫКЛ. — РУЧНОЕ в положение ПРИВОД. При этом напряжение +24 В приложится к гашетке включения приводов, обмотке реле Р21 и через замкнутые контакты *1—2* реле Р15 к контакту *1* реле Р29. Напряжение +28 В прикладывается к контакту *1* реле Р28. Приводы наведения включаются при нажатии гашетки (Гаш.) на правой рукоятке пульта наведения. При этом запитываются обмотки реле Р28 и Р29. Реле срабатывают. Замыкаются контакты *1—2* реле Р28 и +28 В поступает в блоки усилителей в качестве питающего напряжения. Через замкнувшиеся контакты *1—2* реле Р29 напряжение +24 В подается на тормоза механизмов наведения и пусковая установка растормаживается.

В режиме наведения управляющий сигнал снимается с задающих потенциометров пульта наведения. Рассмотрим работу приводов наведения на примере привода горизонтального наведения.

Привод горизонтального наведения представляет собой привод дистанционного управления положением башни в горизонтальной плоскости. При повороте корпуса пульта наведения с задающего потенциометра R2 снимается управляющий сигнал, полярность и величина которого зависят от направления и угла

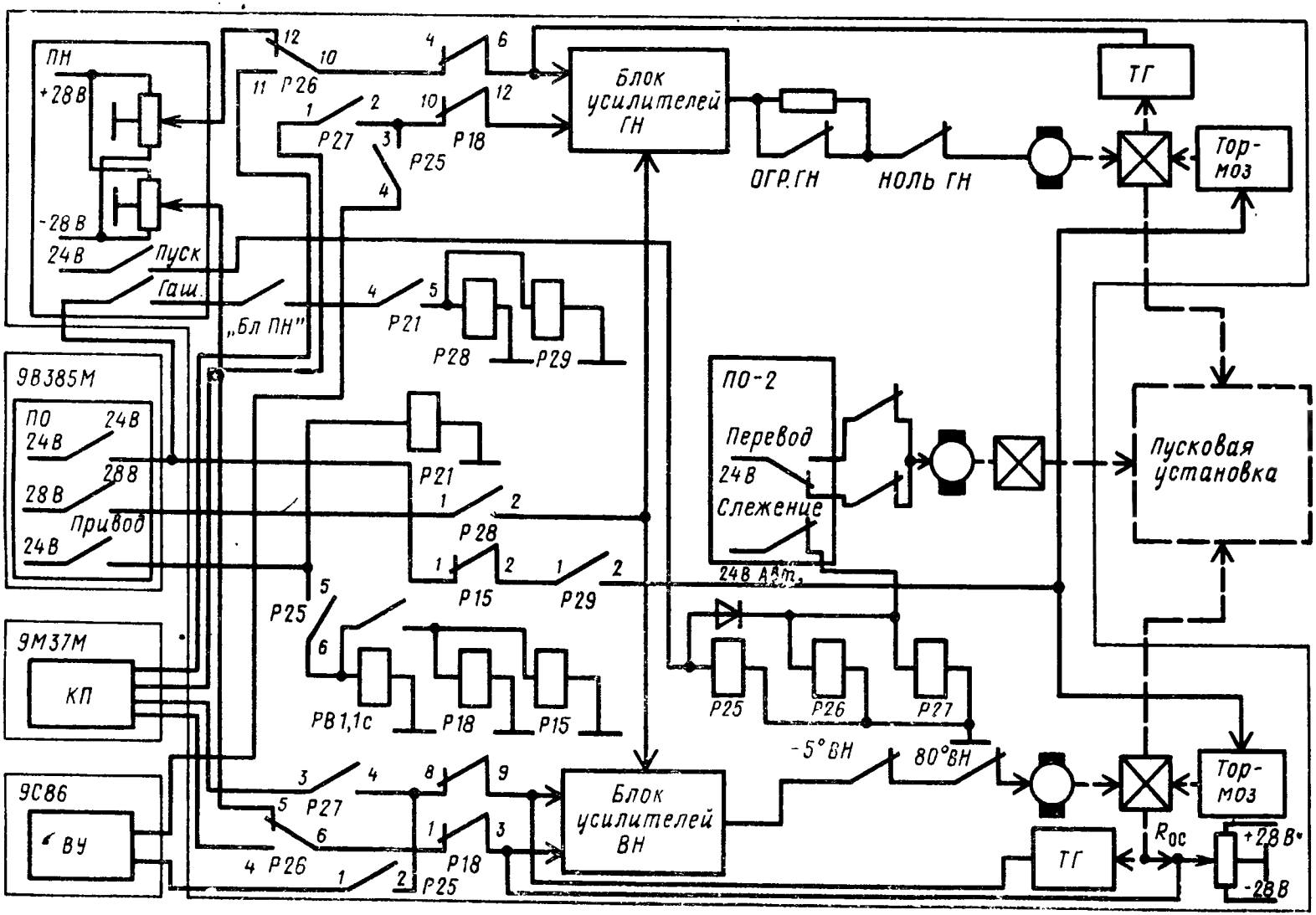


Рис. 4.10. Структурная схема электрического привода

поворота корпуса ПН. Этот сигнал через контакты *12—10* реле Р26 и контакты *4—6* реле Р18 поступает на вход блока усилителей. Принцип работы блока описан выше. С выхода блока усилителей сигнал поступает на исполнительный двигатель, который через редуктор разворачивает башню. С тахогенератора снимается сигнал, который поступает в блок усилителей в качестве сигнала скоростной отрицательной обратной связи. Для остановки башни необходимо установить корпус пульта наведения в исходное положение.

Если аппаратура запуска работает в режиме «Слежение», то установкой тумблера СЛЕЖЕНИЕ на ПО-2 в положение АВТОМАТ в приводах наведения включается режим автоматического слежения. При этом срабатывают реле Р26 и Р27. Реле Р26 размыкает контакты *12—10*, отключая от входа блока усилителей задающий потенциометр, и замыкает контакты *11—10*, подключая к входу блока сигналы, пропорциональные горизонтальной составляющей угла пеленга. Реле Р27, замыкая контакты *1—2*, подключает к входу блока усилителей сигналы, пропорциональные горизонтальной составляющей угловой скорости линии визирования. Эти сигналы поступают из координатного преобразователя ГСН ракеты. Привод горизонтального наведения отрабатывает эти сигналы.

При нажатии кнопки СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до второго упора в приводе включается режим отработки упреждений. Запитывается обмотка реле Р25. Если привод работал в режиме наведения, запитаются также обмотки реле Р26 и Р27 и включится режим автоматического слежения. Реле Р25 замыкает контакты *5—6* в цепи питания реле времени РВ 1,1 с и контакты *3—4*, подключая к входу блока усилителей сигнал, пропорциональный необходимому угловому упреждению в горизонтальной плоскости. Этот сигнал снимается с выхода прибора ВУ аппаратуры оценки зоны. Привод отрабатывает заданное упреждение. Через 1,1 с сработает реле времени и запитаются обмотки реле Р18 и Р15. Реле Р18 разомкнет контакты *4—6* и *10—12*, отключая от входа блока усилителей все управляющие сигналы. Вращение башни прекратится. Реле Р15 разомкнет контакты *1—2*, разрывая цепь питания тормоза механизма горизонтального наведения. Тормоз обесточится и затормозит башню.

Привод вертикального наведения работает одновременно с приводом горизонтального наведения и аналогично. В работе принимают участие те же реле, только для привода вертикального наведения задействованы другие контактные группы. В режиме наведения задающим элементом является потенциометр R1, кинематически связанный с рукоятками пульта наведения. Особенностью привода вертикального наведения является наличие принимающего потенциометра, кинематически связанного с двигателем вертикального наведения. За счет этого привод является следящей системой, управляющей положением люльки в вертикальной плоскости в зависимости от угла поворота рукояток пульта

наведения. При повороте рукояток сигнал управления снимается с диагонали моста, состоящего из задающего и принимающего потенциометров.

Скорость и плавность поворота люльки зависят от скорости и плавности поворота рукояток пульта наведения.

§ 4.4. ПАССИВНЫЙ РАДИОПЕЛЕНГАТОР 9С16

Пассивный радиопеленгатор является средством обнаружения воздушных целей. Он предназначен для обнаружения и пеленгования по азимуту низколетящих воздушных целей, имеющих на борту включенные импульсные радиотехнические средства.

Пеленгатор обеспечивает:

обнаружение воздушных целей, летящих с любого направления, при угле места от 0 до 40° и определение азимута цели;

точное наведение пусковой установки на цель по азимуту с ошибкой, не превышающей 5°;

визуальную, световую и звуковую индикацию принимаемого от цели сигнала;

амплитудную и азимутальную селекцию воздушных целей;

выдачу командиром боевой машины целеуказания оператору.

Проверить исправность пассивного радиопеленгатора можно с помощью аппаратуры 9В515 из состава машины технического обслуживания 9В915. Оценить работоспособность 9С16 можно с помощью системы встроенного контроля и зуммера, который находится в составе одиночного комплекта ЗИП.

В состав пеленгатора входят системы обнаружения 1Ж1 и пеленгования 1Ж2.

Блоки системы обнаружения размещены на базовой машине, а системы пеленгования — на пусковой установке.

В состав системы обнаружения (рис. 4.12) входят:

четыре антенных устройства 1Ж1-1 — расположены на корпусе боевой машины под углом 90° одно относительно другого в горизонтальной плоскости. Одно антенное устройство установлено в передней части базовой машины, второе — на правом борту, третье — на кормовой части, четвертое — на левом борту;

блок управления 1Ж1-6 — установлен перед командиром;

блок индикатора 1Ж1-7 — размещен рядом с блоком управления;

блок питания индикатора 1Ж1-75 — расположен в проходе к рабочему месту оператора;

блок обработки сигналов 1Ж1-9 — находится в нише на правом борту базовой машины за фильтровентиляционной установкой;

блок питания 1Ж1-8 — закреплен в кормовой части между правой боевой укладкой и аккумуляторами системы электропитания.

Система пеленгования (рис. 4.15) имеет в своем составе:

антенное устройство 1Ж2-1А, установленное на основании башни слева от оператора;

блок управления 1Ж2-3, размещенный над пультом оператора;

блок обработки сигналов 1Ж2-5, расположенный под антенным устройством 1Ж2-1А;

блок питания 1Ж1-8, размещенный справа за оператором под блоком связи аппаратуры запуска;

схему индикации на указателе азимута, выполненную в виде трех сигнальных ламп, подсвечивающих стрелку, направленную влево, центральный круг и стрелку, направленную вправо;

схему индикации в нижней части поля зрения визирного устройства в виде двух подсвечиваемых стрелок, одна из которых направлена влево, а другая — вправо.

Принцип работы пассивного радиопеленгатора

Система обнаружения и система пеленгования могут работать как совместно, так и автономно.

Работой системы обнаружения управляет командир боевой машины, а системы пеленгования — оператор. Для описания принципа работы пеленгатора рассмотрим случай совместной работы обеих систем.

С помощью органов управления, расположенных на блоках управления системами, производится включение пеленгатора. В режиме поиска система обнаружения осуществляет одновременный прием сигналов от всех радиолокационных станций (в том числе и наземных), находящихся в пределах диаграмм направленности антенных устройств в азимутальном секторе 360°. При этом в результате обработки принятых сигналов на экране блока индикатора высвечиваются радиальные развертки, направленные от центра экрана в сторону источников излучения. Так как экран индикатора оборудован угломерным устройством, выполненным в виде подвижных азимутальной шкалы и визира, командир, совмещая визир с разверткой, направленной на выбранную цель, определяет азимут цели и с помощью средств связи выдает целеуказание оператору. Анализируя обстановку, командир исходит из того, что сигнал от наземной РЛС имеет постоянные азимут и длину развертки. По мере приближения воздушной цели длина развертки на экране индикатора увеличивается. Если параметр цели не равен нулю, то изменяется и азимут радиальной развертки. По этим признакам командир выделяет сигналы от самолетных РЛС. По характеру изменения длины разверток и их положения на экране индикатора командир боевой машины определяет, какая цель имеет большую вероятность входа в зону поражения. Развертка, сформированная по сигналу от этой цели, будет удлиняться, в то время как азимут ее будет постоянным или изменяться в небольших пределах.

Получив целеуказание, оператор разворачивает пусковую установку по указанному азимуту. При попадании сигнала цели в диаграмму направленности антенного устройства системы пеленгования на схемах индикации высвечиваются стрелки, указывающие, в какую сторону необходимо довернуть пусковую установку, что-

бы навести ее точно на цель. В системе пеленгования используется способ равносигнальной зоны. При точном наведении пусковой установки на цель в схеме индикации на указателе азимута высвечивается центральный круг, а в схеме индикации визирного устройства — обе стрелки. Оператор начинает осуществлять визуальный поиск цели через стекло. При обнаружении цели оператор нажатием кнопки БОРТ отключает систему пеленгования.

В пассивном радиопеленгаторе предусмотрен режим селекции целей по азимуту. Экран индикатора системы обнаружения разделен на четыре одинаковых сектора. Используя органы управления, расположенные на блоке управления, и органы регулировки блока индикатора, можно, включив режим «Селекция», выбрать для работы один или несколько секторов. При этом на экране индикатора будет отображаться информация только о тех целях, которые находятся в пределах выбранного сектора. Командир имеет возможность с помощью потенциометров ШИРИНА СЕКТОРА (I, II, III, IV), ПОЛОЖЕНИЕ СЕКТОРА (I, II, III, IV) на блоке индикатора, переключателя МЕТКИ и тумблера СТРОБ включить азимутальную селекцию в системе пеленгования. При этом система пеленгования будет давать оператору информацию только о выбранной командиром цели.

Как в системе обнаружения, так и в системе пеленгования происходит ступенчатое разделение сигналов (квантование) по амплитуде по четырем уровням. Отключая тот или иной уровень (ступень), командир и оператор осуществляют амплитудную селекцию сигналов.

Для исключения обнаружения и пеленгования сигналов от целей по боковым и задним лепесткам диаграмм направленности антенных устройств в пеленгаторе осуществляется отсечка сигналов, принятых по этим лепесткам.

Краткая характеристика блоков системы обнаружения

Антенное устройство. Все четыре антенных устройства одинаковы по назначению и конструкции. Они предназначены для приема и детектирования сигналов самолетных радиотехнических средств. Каждое антенное устройство имеет в своем составе два канала, в каждый из которых входят три рупорные антенны, три детекторные головки и коммутатор входных сигналов.

Антенны отличаются только геометрическими размерами. За счет различной площади раскрыва рупоров в канале обеспечивается прием сигналов в широком диапазоне частот. Кроме того, возможен прием сигналов как вертикальной, так и горизонтальной поляризации. Для решения этой задачи прямоугольные волноводы, возбуждающие рупоры, повернуты относительно осей симметрии раскрыва рупоров на 45°.

Детекторные головки предназначены для детектирования принятых СВЧ-сигналов. В качестве детектора используется диод

2А107А. Детекторная головка выполнена по параллельной схеме на симметричной полосковой линии.

Коммутаторы входных сигналов служат для смешивания импульсных сигналов различных частотных диапазонов.

Антенное устройство выполнено в металлическом корпусе с радиопрозрачными вставками в передней части.

Блок управления предназначен для включения системы обнаружения и управления ее работой в различных режимах.

На передней панели блока (рис. 4.11) размещены органы управления и контроля.

К органам управления относятся:

тумблер БОРТСЕТЬ, с помощью которого включаются и выключаются системы обнаружения;

тумблеры СТУПЕНИ 1, 2, 3, 4, с помощью которых командир боевой машины осуществляет амплитудную селекцию принимаемых сигналов. Установкой тумблера СТУПЕНИ 1 в положение ОТКЛ. исключается прохождение сигналов, имеющих максимальную амплитуду, а тумблера СТУПЕНИ 4 — минимальную амплитуду;

тумблеры СЕЛЕКЦИЯ СЕКТОРОВ I, II, III, IV — используются для азимутальной селекции. При включении одного из тумблеров в режиме «Селекция» сигналы будут приниматься только в соответствующем секторе;

переключатель МЕТКИ — имеет положения ВКЛ. и ОТКЛ. В положение ВКЛ. устанавливается при проверке функционирования системы обнаружения и для обеспечения работы в режиме «Селекция»;

тумблер СТРОБ — используется в режиме «Селекция». При включении этого тумблера система пеленгования будет обрабатывать сигналы только выбранной командиром цели;

тумблер ПОИСК — СЕЛЕКЦИЯ — предназначен для включения в системе обнаружения соответствующего режима.

Органом контроля является сигнальная лампа БОРТСЕТЬ, которая загорается при включении одноименного тумблера.

Блок индикатора предназначен для визуальной индикации сигналов, принимаемых системой обнаружения, и определения азимута воздушных целей.

На передней панели блока (рис. 4.11) размещены органы регулировки и контроля. К органам регулировки относятся:

четыре потенциометра ПОЛОЖ. СЕКТОРА — используются в режимах «Селекция» и «Контроль» для изменения положения осей симметрии соответствующих секторов в горизонтальной плоскости;

четыре потенциометра ШИРИНА СЕКТОРА — используются в тех же режимах для изменения ширины выбранного для работы сектора;

рукоятка ШКАЛА — с помощью которой разворачивается азимутальная шкала, обрамляющая экран индикатора;

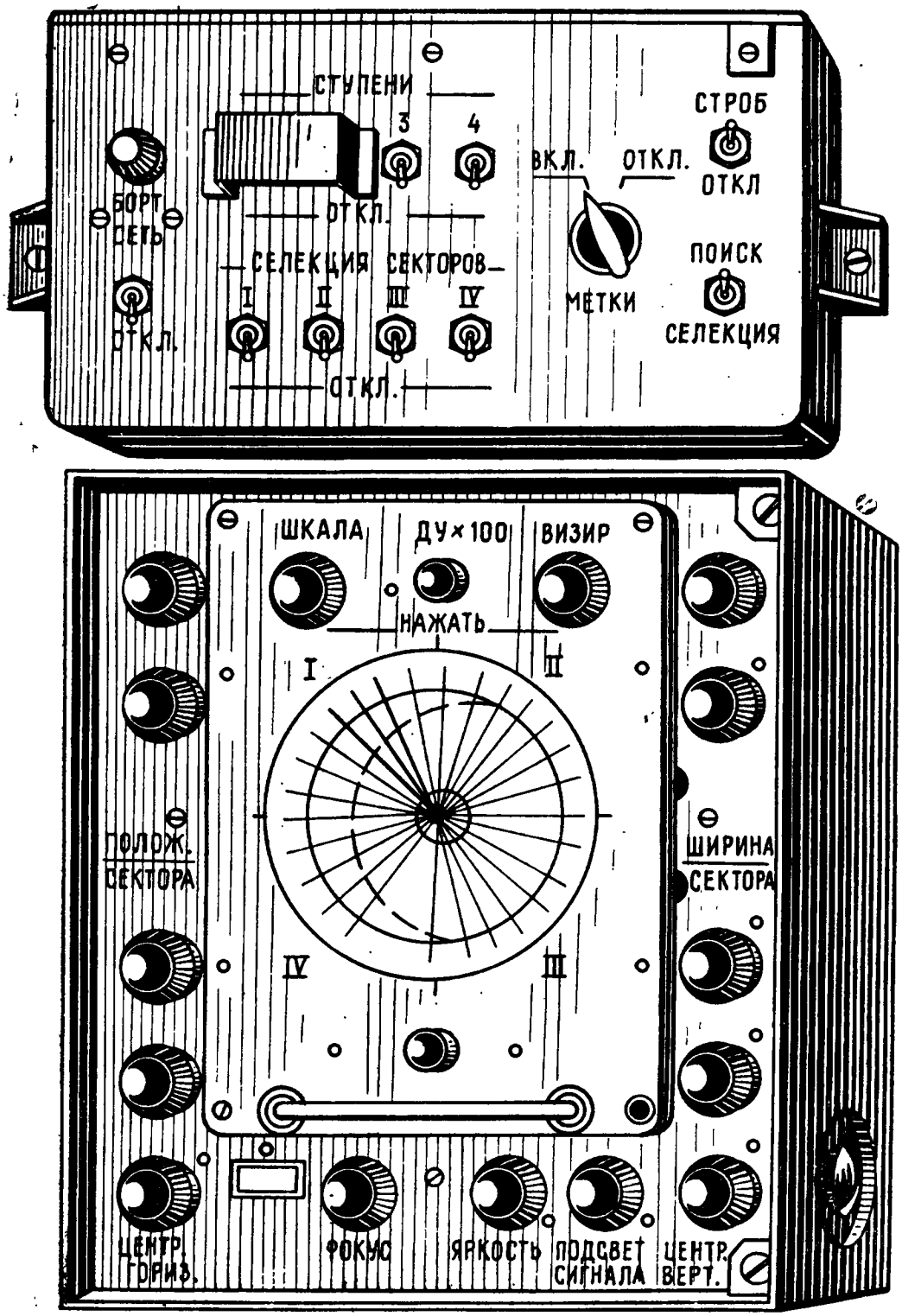


Рис. 4.11. Блок управления и блок индикатора системы обнаружения

рукоятка ВИЗИР — позволяет изменять положение секторного визира угломерного устройства;

потенциометры ЦЕНТР. ГОРИЗ., ФОКУС, ЯРКОСТЬ, ПОДСВЕТ СИГНАЛА, ЦЕНТР. ВЕРТ. — обеспечивают требуемое восприятие командиром боевой машины обстановки на экране индикатора.

Органом контроля является индикаторная лампа включения высокого напряжения.

На правой боковой стенке блока установлен переключатель КОНТРОЛЬ, используемый в режиме «Контроль».

Для индикации сигналов, принимаемых системой обнаружения, в блоке установлена электронно-лучевая трубка типа 16Л03И с высоковольтным выпрямителем и другими элементами, обеспечивающими ее работу.

Блок обработки сигналов предназначен для формирования необходимой формы диаграмм направленности приемных каналов и усиления сигналов в заданном динамическом диапазоне.

В состав блока входят (рис. 4.12):

устройство формирования диаграмм направленности (УФДН);

четыре видеоусилителя 1Ж1-31, 32;

устройство управления видеоусилителями (УУВ);

устройство выделения ступеней квантования (УВСК).

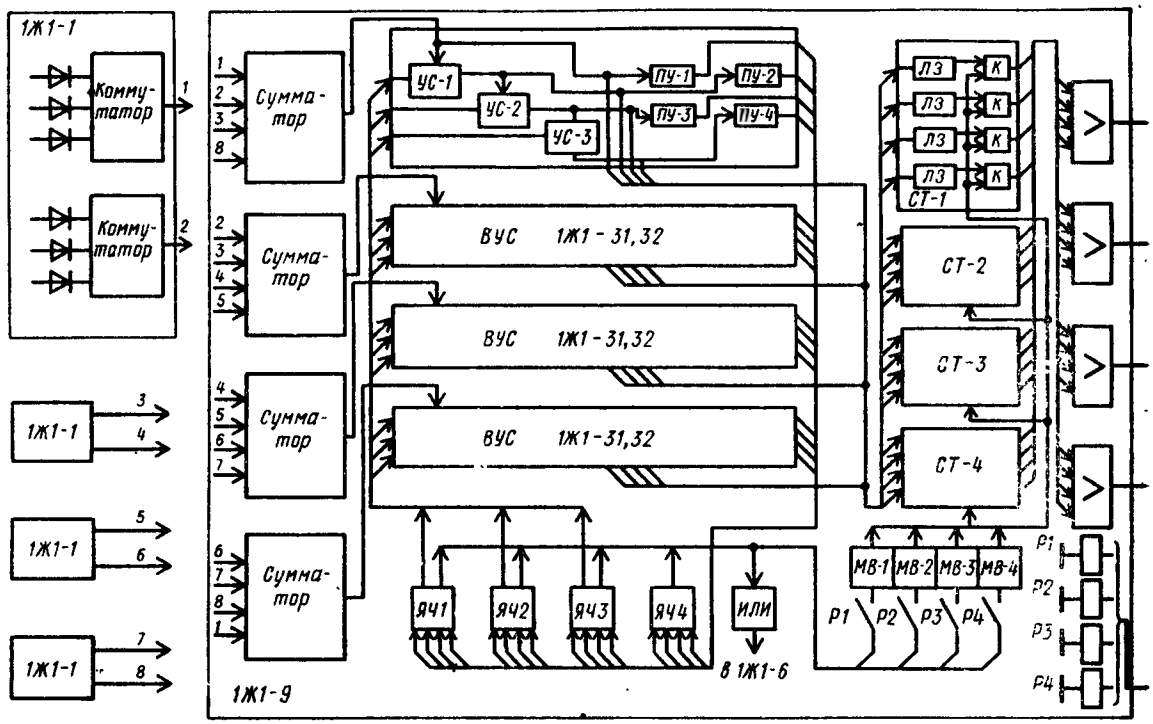


Рис. 4.12. Структурная схема **сис**

Блок выполнен в виде отдельных кассет, установленных в металлическом корпусе. Основа элементной базы — интегральные схемы и полупроводниковые приборы.

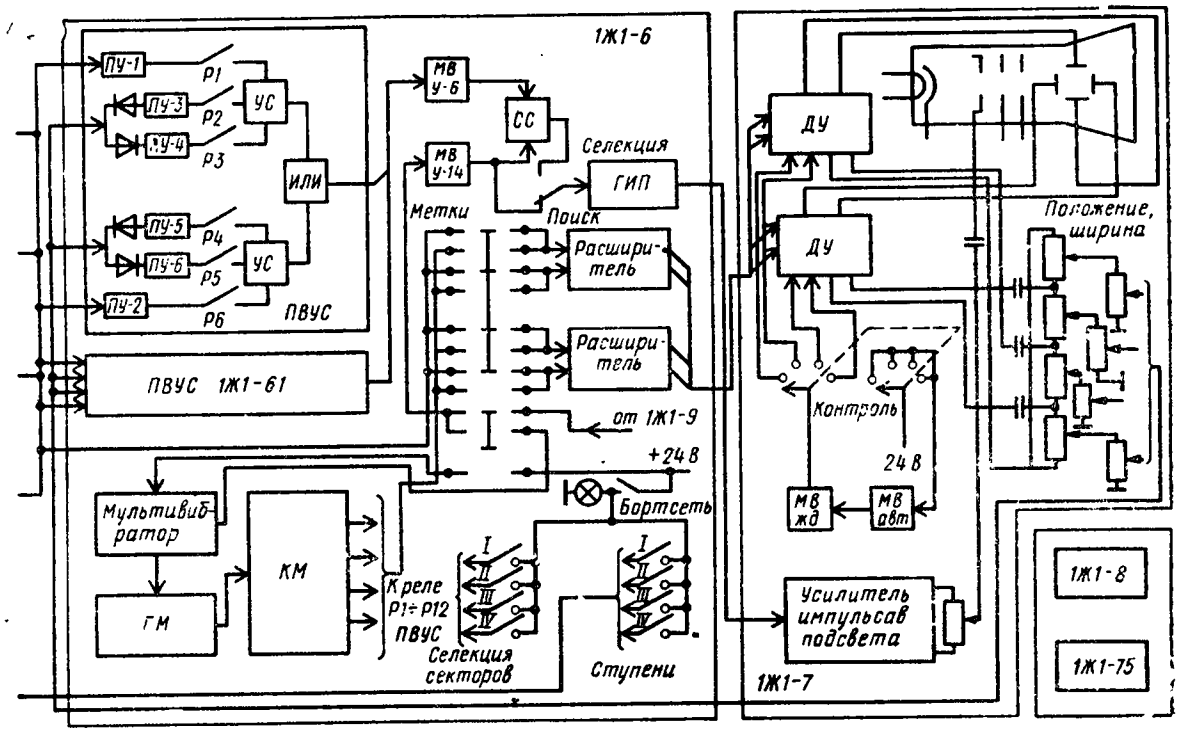
Блок питания 1Ж1-8 предназначен для выработки питающих напряжений, необходимых для работы блока управления и блока индикатора. Представляет собой источник питания с несколькими стабилизированными выходными напряжениями. Напряжение 24 В постоянного тока с помощью полупроводникового преобразователя, выполненного по мостовой схеме, преобразуется в напряже-

ние переменного тока, усиливается, выпрямляется и стабилизируется. В качестве стабилизаторов напряжения применены полупроводниковые стабилизаторы компенсационного типа с последовательно включенным регулирующим элементом. На верхней торцевой стенке блока размещены контрольные гнезда и предохранители.

Блок питания индикатора 1Ж1-75 выполнен по аналогичной схеме и предназначен для выработки стабилизированных напряжений, необходимых для работы блока индикатора.

Работа системы обнаружения

Система обнаружения (рис. 4.12) является многоканальным детекторным приемным устройством, работающим в широком динамическом диапазоне и обеспечивающим визуальную индикацию воздушных целей, имеющих на борту включенные импульсные радиотехнические средства.



темы обнаружения

Сигналы, излучаемые воздушными целями, принимаются антенными устройствами, детектируются и поступают в блок обработки сигналов на устройство формирования диаграмм направленности. В этом устройстве сигналы восьми приемных каналов преобразуются в четыре сигнала, т. е. из восьми диаграмм направленности приемных каналов формируется четыре широкие диаграммы направленности, сдвинутые друг относительно друга на 90° и взаимно перекрывающиеся. Таким образом, формируется практически круговая диаграмма направленности, разделенная в

горизонтальной плоскости на четыре сектора. Пространственное положение секторов отображено на блоке индикатора. Каждому сектору соответствует своя широкая диаграмма направленности. На рис. 4.13 показан принцип формирования одной широкой диаграммы направленности (кривая *6*) из четырех диаграмм направленности приемных каналов. Сигналы, принятые двумя средними каналами, суммируются (кривая *5*) и к ним прибавляются уменьшенные в 2,5 раза сигналы, принятые по двум крайним

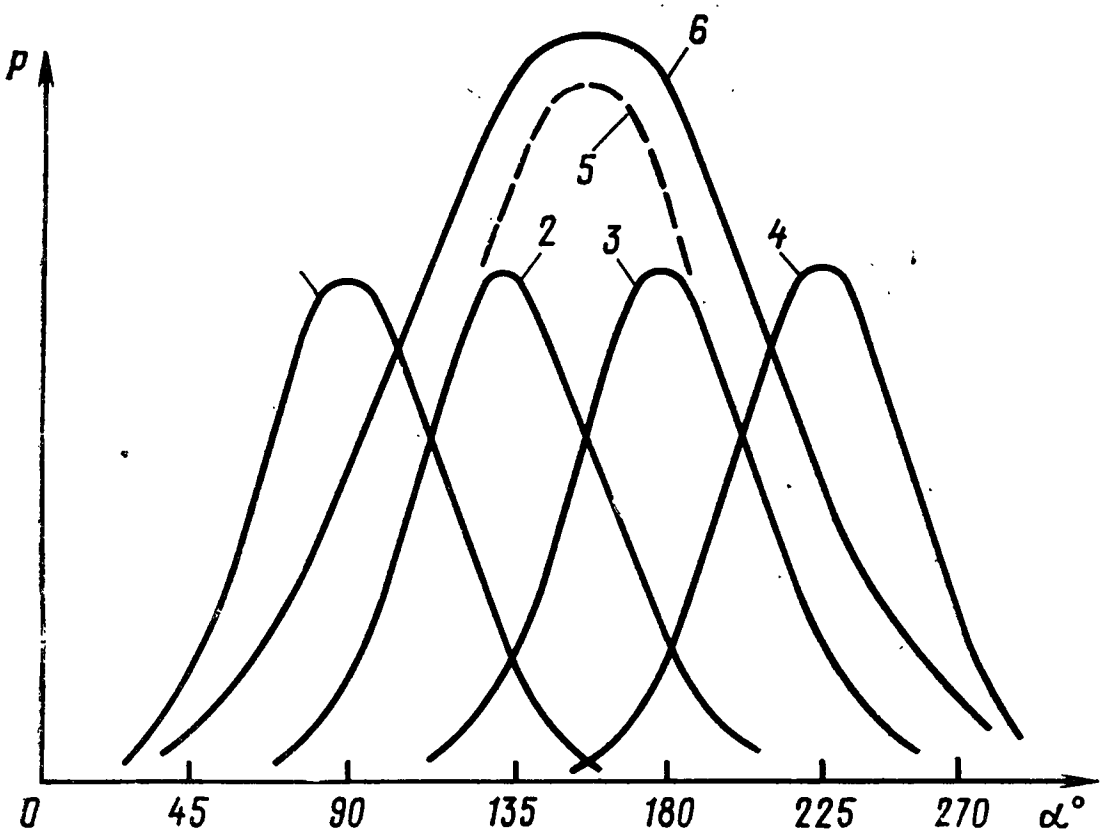


Рис. 4.13. Сущность формирования суммарной диаграммы направленности

каналам. Суммирование происходит с помощью сумматоров, собранных на резисторах. Коэффициент 2,5 выбран исходя из условия получения необходимой ширины диаграммы направленности.

С выходов сумматоров сигналы поступают на видеоусилители (ВУС) 1Ж1-31, -32. Каждому сумматору соответствует свой видеоусилитель, имеющий в своем составе три усилительные ступени (УС-1 — УС-3) и четыре пороговых устройства (ПУ-1 — ПУ-4). Видеоусилители совместно с устройством управления видеоусилителями представляют собой ключевую безынерционную схему АРУ, которая защищает видеоусилители от перегрузок, обеспечивая одновременную обработку сигналов только от одной цели. Устройство управления видеоусилителями имеет в своем составе четыре логические ячейки (ЯЧ-1 — ЯЧ-4), к выходам которых подключены пороговые устройства соответствующих усилительных ступеней видеоусилителей. Так, к первой ячейке подключены

пороговые устройства ПУ-1 всех видеоусилителей, ко второй ячейке — ПУ-2 всех видеоусилителей и т. д.

Рассмотрим работу схемы на примере первого видеоусилителя. Сигнал с выхода сумматора поступает одновременно на входы УС-1, ПУ-1 и первой схемы устройства выделения ступеней квантования СТ-1. Если величина сигнала достаточна для срабатывания порогового устройства, на первую ячейку устройства управления поступает импульс. ЯЧ-1 формирует импульс запрета, запирающий все видеоусилители на время обработки пришедшего сигнала. Одновременно вырабатывается импульс разрешения, который поступает в УВСК на ждущий мультивибратор МВ-1 через контакты реле Р1 (контакты замкнуты, если на блоке управления включен тумблер СТУПЕНИ 1). Каждая схема (СТ-1—СТ-4) устройства выделения ступеней квантования имеет в своем составе четыре ключа, на первые входы которых через линии задержки поступают сигналы с выходов соответствующих усилительных ступеней всех видеоусилителей, а на вторые — сигналы ждущих мультивибраторов МВ-1—МВ-4, связанных с устройством управления видеоусилителями. На первую схему СТ-1 подаются сигналы, поступающие на первую усилительную ступень всех видеоусилителей, на схему СТ-2 — поступающие на вторую усилительную ступень всех видеоусилителей после усиления первой ступенью и т. д.

Таким образом, устройство выделения ступеней квантования производит разделение сигналов от целей по амплитуде на четыре ступени, что позволяет осуществлять амплитудную селекцию сигналов при боевой работе.

Линии задержки в схемах УВСК предназначены для выравнивания времени поступления сигналов с усилительных ступеней и устройства управления видеоусилителями.

Срабатывает ключ в СТ-1 и сигнал от цели поступает на усилитель. Имеются четыре усилителя. В каждом усилителе четыре входа. На первый усилитель подаются сигналы с первых выходов схем СТ-1 — СТ-4, на второй — со вторых выходов схем СТ-1 — СТ-4 и т. д.

Таким образом, на усилителе вновь концентрируются сигналы, принятые в одном секторе, т. е. на первый усилитель поступают сигналы только первого видеоусилителя, принятые в первом секторе, на второй усилитель — сигналы второго видеоусилителя, принятые во втором секторе, и т. д. Усиленные сигналы поступают на вход блока управления.

Если величина сигнала, пришедшего на видеоусилитель, недостаточна для срабатывания ПУ-1, сигнал усиливается УС-1 (одновременно задерживается по времени) и поступает на УС-2, ПУ-2 и первый вход второй схемы (СТ-2) УВСК. При срабатывании ПУ-2 включается вторая логическая ячейка ЯЧ-2 устройства управления видеоусилителями. Она вырабатывает сигнал запрета, запирающий вторые и третьи усилительные ступени всех видеоусилителей. Сигнал разрешения поступает на ждущий мультиви-

братор МВ-2 через контакты реле Р2. Если на блоке управления тумблер СТУПЕНИ 2 включен, срабатывает МВ-2 и открывает вторую схему УВСК (СТ-2). Сигнал от цели после усиления поступает на выход блока.

Если пороговое устройство ПУ-2 не сработало, сигнал усиливается УС-2 и поступает на УС-3, ПУ-3 и первый вход третьей схемы устройства выделения ступеней квантования и т. д. Если величина сигнала достаточна для срабатывания лишь ПУ-4, включается четвертая логическая ячейка, которая вырабатывает только сигнал разрешения на ждущий мультивибратор МВ-4.

При срабатывании любой логической ячейки вырабатывается сигнал, являющийся основанием для формирования импульса подсвета прямого хода луча электронно-лучевой трубки блока индикатора. Таким образом, в результате работы блока обработки сигналов происходит разделение сигналов по амплитуде и определение азимутального сектора, в котором находится цель.

С выхода блока 1Ж1-9 сигнал поступает в блок управления на контакты переключателя МЕТКИ. Если переключатель установлен в положение ОТКЛ., сигнал поступает на один из расширителей 1Ж1-64. Расширитель предназначен для преобразования длительности и формы полезного сигнала. Для улучшения условий индикации сигнала на экране блока индикатора все сигналы независимо от их длительности растягиваются по времени до 14 мкс. Одновременно прямоугольный импульс преобразуется в импульс с экспоненциально спадающим задним фронтом. Так как сигнал от одной цели будет приниматься одновременно двумя широкими диаграммами направленности, то параллельно по сигналу от одной цели будут работать два сумматора, два видеоусилителя и два расширителя. С выходов расширителей сигнал от цели поступает на входы дифференциальных усилителей (ДУ). В дифференциальных усилителях происходит попарное вычитание сигналов и усиление выходных сигналов. Амплитуда сигнала на выходе ДУ пропорциональна разности амплитуд сигналов, поступающих на их входы. Нагрузкой дифференциальных усилителей являются отклоняющие пластины ЭЛТ блока индикатора. На экране высвечивается радиальная развертка. Расположение развертки зависит от соотношения амплитуд сигналов на входах ДУ. Так как амплитуда сигналов, подаваемых на каждый из входов дифференциальных усилителей, зависит от расположения источника излучения (цели) относительно ориентированной антенной системы, то угловое отклонение развертки на экране индикатора определяет азимут цели. Командир оценивает воздушную обстановку, определяет с помощью заранее сориентированной азимутальной шкалы азимут цели и выдает целеуказание оператору.

Если необходимо принимать сигналы только в определенном секторе, командир включает режим селекции, для чего на блоке управления устанавливает тумблер СЕЛЕКЦИЯ — ПОИСК в положение СЕЛЕКЦИЯ и включает один из тумблеров СЕЛЕКЦИЯ

СЕКТОРОВ. Для того чтобы убедиться, что зона приема соответствует включенному сектору, необходимо переключатель МЕТКИ установить в положение ВКЛ. При этом включенный сектор на экране индикатора заполнится множеством радиальных разверток. Потенциометрами ПОЛОЖ. СЕКТОРА и ШИРИНА СЕКТОРА можно откорректировать положение сектора приема. После этого переключатель МЕТКИ установить в положение ОТКЛ. Система обнаружения подготовлена для приема сигналов только в заданном секторе. Это обеспечивается формированием импульсов подсвета только для сигналов, принятых в заданном секторе. Если в режиме поиска генератор импульсов подсвета (ГИП) панели 1Ж1-62 блока управления запускался сигналами разрешения, поступающими из блока обработки сигналов на мультивибратор У-14, то в режиме селекции он запускается импульсами, вырабатываемыми схемой совпадения (СС). К двум входам схемы совпадения подключены ждущие мультивибраторы МВ У-6 и МВ У-14. Мультивибратор У-14 запускается сигналами разрешения, поступающими из блока обработки сигналов (как и в режиме поиска), а мультивибратор У-6 — сигналами, поступающими с пороговых видеоусилителей (ПВУС) 1Ж1-61. На входы пороговых видеоусилителей поступают сигналы от целей. На каждый ПВУС поступают сигналы, принятые в двух секторах. На пороговый усилитель ПУ-1 поступают сигналы, принятые в первом секторе, на ПУ-2 — во втором. На второй ПВУС поступают сигналы из третьего и четвертого секторов.

Рассмотрим работу схемы на примере первого сектора. При включении тумблера СЕЛЕКЦИЯ СЕКТОРОВ I срабатывают реле Р1—Р3. Замыкаются их контакты и полезный сигнал поступает на устройство селекции (УС). На второй и третий входы УС поступают сигналы с выходов пороговых усилителей ПУ-3 и ПУ-4. На входы ПУ-3 и ПУ-4 поступают сигналы с первой секции потенциометрического моста, состоящего из потенциометров R4—R11 (ПОЛОЖ. СЕКТОРА и ШИРИНА СЕКТОРА). Мост запитывается сигналами с дифференциальных усилителей. С помощью пороговых усилителей ПУ-3 и ПУ-4 работа устройства селекции регламентируется таким образом, что оно пропускает сигнал от цели только в определенном секторе, положение и ширина которого изменяются с помощью потенциометров ПОЛОЖ. СЕКТОРА 1 и ШИРИНА СЕКТОРА 1. Ширина сектора зависит от амплитуды сигналов, снимаемых с потенциометрического моста, а положение сектора — от положения максимума огибающей этих сигналов.

Сигнал от цели с выхода устройства селекции через схему ИЛИ поступает на ждущий мультивибратор У-6 и запускает его. Импульс с выхода МВ У-6 поступает на схему совпадения. Так как принятый сигнал обрабатывался в блоке обработки сигналов и при этом вырабатывался сигнал разрешения, поступающий на МВ У-14, на обоих входах схемы совпадения будут одновременно входные сигналы и схема запустит генератор импульсов подсвета.

Таким образом, осуществляется подсветка сигналов только в заданном секторе.

Для проверки работоспособности оконечных устройств системы обнаружения включается режим контроля. При установке переключателя КОНТРОЛЬ на блоке индикатора в положения 1, 2, 3 и 4 на входы дифференциальных усилителей поочередно соответственно положению переключателя подается сигнал, который вызывает появление на экране индикатора радиальной развертки. В зависимости от того, на какой вход какого дифференциального усилителя подается сигнал, развертка будет направлена или вверх, или вниз, или влево, или вправо от центра экрана.

Если переключатель МЕТКИ установить в положение ВКЛ., в блоке управления включится схема имитатора целей. Мультивибратор, работающий в автоколебательном режиме, вырабатывает сигналы, которые поступают одновременно на генератор меток (ГМ) и через переключатель МЕТКИ на генератор импульсов подсвета. Генератор меток вырабатывает импульсы, параметры которых аналогичны параметрам сигналов от цели. Коммутатор меток (КМ) распределяет эти сигналы по четырем каналам, причем формирует пачки сигналов по 32 импульса в каждой. С выхода коммутатора контрольные сигналы через переключатель МЕТКИ поступают на расширитель и на экране индикатора (в режиме поиска) высвечивается множество радиальных разверток, равномерно распределенных по всему экрану. В режиме селекции развертки высвечиваются только в пределах включенного сектора.

Краткая характеристика элементов системы пеленгования

Антенное устройство предназначено для приема сигналов самолетных радиотехнических устройств. Состав антенного устройства 1Ж2-1А аналогичен составу антенного устройства 1Ж1-1. Особенностью конструкции является то, что рупорные антенны — пирамидальные, с восьмиугольным раскрывом. Широкие стенки рупоров размещены горизонтально, и сами рупоры в каждом канале расположены один над другим. Угол между геометрическими осями каналов в горизонтальной плоскости составляет $(15\pm1)°$. Антенное устройство закрыто защитным кожухом с радиопрозрачной передней стенкой.

Блок управления предназначен для включения системы пеленгования, проверки ее работоспособности и управления амплитудной селекцией сигналов.

На лицевой панели блока (рис. 4.14) размещены:

кнопка включения системы ВКЛ. с сигнальной лампой;

переключатель РАБОТА — КОНТРОЛЬ I — КОНТРОЛЬ II — во второе и третье положения устанавливается при проверке работоспособности системы;

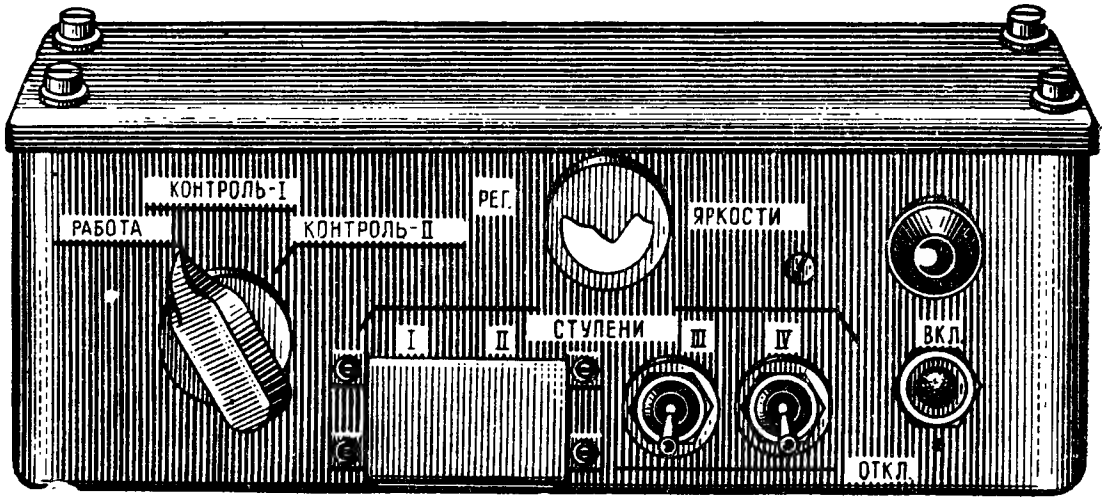


Рис. 4.14. Блок управления системы пеленгования

тумблеры СТУПЕНИ I, II, III, IV — для осуществления амплитудной селекции принимаемых сигналов;

потенциометр РЕГ. ЯРКОСТИ — для регулировки яркости свечения ламп схем индикации.

Блок обработки сигналов 1Ж2-5 предназначен для усиления и обработки сигналов, принимаемых антенным устройством.

В состав блока (рис. 4.15) входят: предварительный усилитель; два видеоусилителя 1Ж1-31, -32; устройство управления видеоусилителями; устройство выделения ступеней квантования (УВСК); расширитель; усилитель-инвертор; коммутатор сигналов.

Блок выполнен в виде кассет, размещенных в металлическом корпусе. Основа элементной базы — интегральные схемы и полупроводниковые приборы.

Схемы индикации являются оконечными элементами системы пеленгования. По ним оператор определяет направление на цель. Схема индикации, расположенная в верхней части указателя азимута, состоит из трех ламп, подсвечивающих или стрелку, направленную влево, или центральный круг, или стрелку, направленную вправо.

В нижней части поля зрения визирного устройства установлена вторая схема индикации, включающая в себя две лампы, подсвечивающие стрелку, указывающую влево, или стрелку, указывающую вправо, или обе стрелки одновременно.

Блоком питания системы пеленгования является блок 1Ж1-8. Конструкция и назначение этого блока аналогичны конструкции и назначению такого же блока, установленного в системе обнаружения. Блоки взаимозаменяемы.

Работа системы пеленгования

Система пеленгования предназначена для обеспечения точного наведения пусковой установки в горизонтальной плоскости на воздушную цель — источник излучения радиоимпульсов.

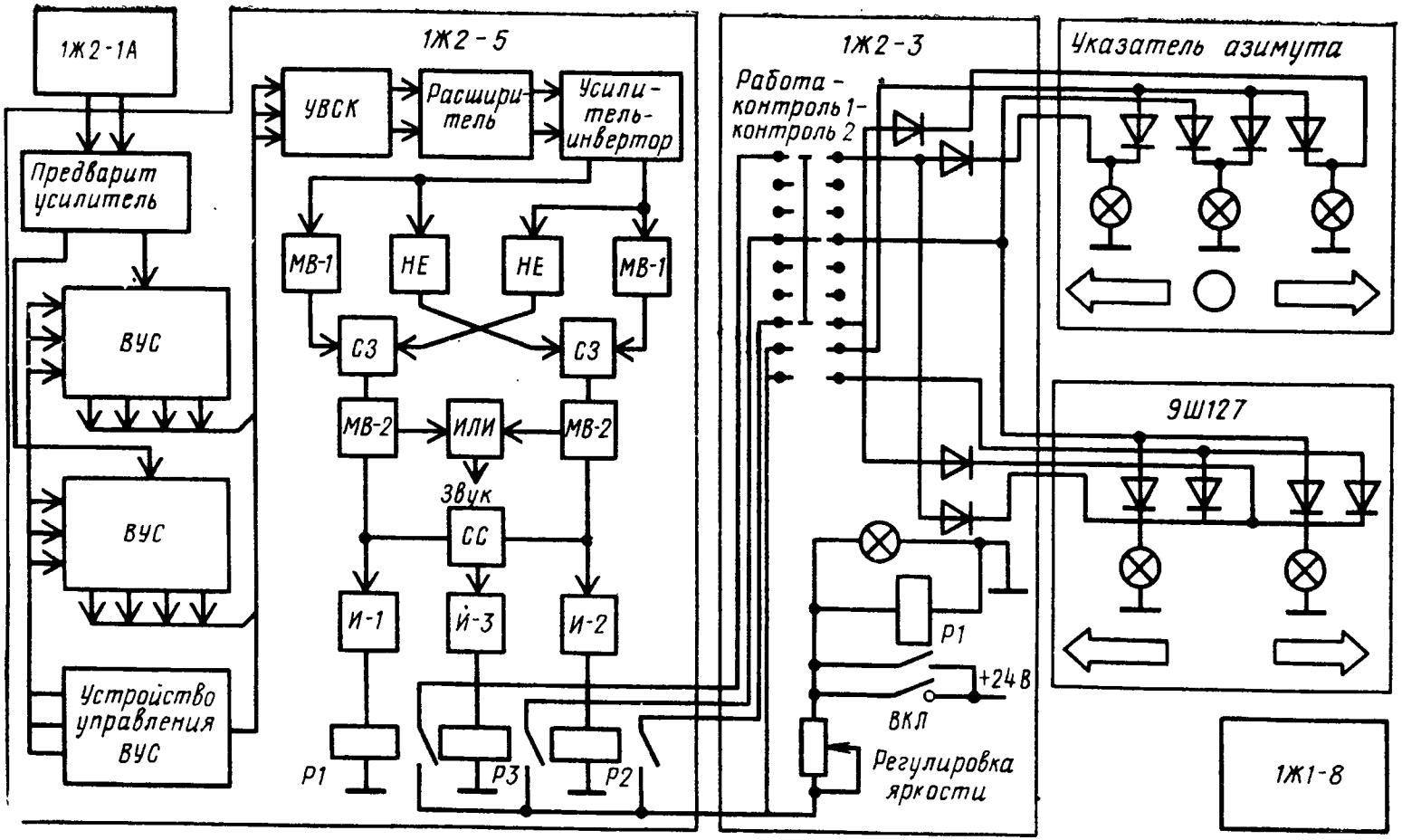


Рис. 4.15. Структурная схема системы пеленгования

Работа системы основана на определении положения цели относительно равносигнального направления (РСН) антенного устройства. Для этого применен моноимпульсный амплитудный метод, который основан на сравнении амплитуд сигналов от одной цели, принятых несколькими приемными каналами. Антенное устройство имеет два приемных канала с одинаковыми диаграммами направленности. Равносигнальное направление проходит через точки пересечения диаграмм направленности приемных каналов. Если цель находится слева от РСН, сигнал, принятый левым каналом, будет иметь амплитуду, большую, чем сигнал, принятый правым каналом, и наоборот. Если цель находится на РСН, амплитуды сигналов, принятых по обоим каналам, равны между собой.

Принятый по двум каналам сигнал детектируется и через коммутатор входных сигналов поступает в блок обработки сигналов. После предварительного усиления с помощью двухканального двухкаскадного усилителя сигналы поступают на видеоусилители 1Ж1-31, -32, где происходят их обработка и квантование по амплитуде. Этот процесс аналогичен процессу обработки сигналов в системе обнаружения. С выхода устройства выделения ступеней квантования сигналы поступают на расширитель, где растягиваются по длительности, причем длительность сигнала на выходе расширителя пропорциональна амплитуде сигнала на его входе, т. е. чем больше амплитуда входного сигнала, тем больше длительность выходного. Эти сигналы усиливаются, инвертируются и поступают в коммутатор сигналов. Оба сигнала приходят одновременно по двум каналам на схемы НЕ и мультивибраторы МВ-1. Схемами НЕ сигналы инвертируются и поступают на схему запрета (СЗ) противоположного канала, запирая ее. Мультивибраторы МВ-1 запускаются задним фронтом пришедшего сигнала, т. е. импульс, снимаемый с МВ-1, задерживается на время, равное длительности пришедшего сигнала. Допустим, что в первом канале сигнал по амплитуде больше, чем сигнал во втором канале. Следовательно, и длительность его будет больше. А это значит, что схема запрета второго канала будет закрыта дольше, чем схема запрета первого канала. МВ-1 выработает импульс после того, как на втором входе схемы запрета первого канала закончит действие импульс со схемы НЕ второго канала. МВ-1 второго канала выработает импульс, который поступит на схему запрета этого канала во время действия на ее втором входе импульса схемы НЕ первого канала. Следовательно, сигнал будет только на выходе схемы запрета первого канала. Запустится МВ-2 первого канала и импульс, выработанный этим мультивибратором, поступит на интегратор первого канала (И-1). Интегратор накапливает определенное число импульсов, после чего подключает обмотку реле Р1 к источнику питания. Реле срабатывает и через его контакты *1—2* напряжение +24 В прикладывается к лампам, подсвечивающим левые стрелки схем индикации, указывающие, что цель находится слева от РСН. Если вторым каналом будет

принят сигнал большей амплитуды, чем сигнал, принятый первым каналом, срабатывают схема запрета второго канала, мультивибратор МВ-2 этого канала, интегратор И-2 и реле Р2, через контакты которого запитываются лампы, подсвечивающие правые стрелки.

Если цель находится на равносигнальном направлении, на схемах запрета совпадения сигналов по времени не произойдет, включаются оба мультивибратора МВ-2, сработают схема совпадения (СС), интегратор И-3 и реле Р3. Контактами этого реле включится цепь питания центральной лампы схемы индикации на указателе азимута и обеих ламп схемы индикации в визирном устройстве.

В любом случае при попадании радиоизлучающей цели в диаграмму направленности антенного устройства схема ИЛИ обеспечивает включение в головных телефонах оператора звукового сигнала.

При проверке схем индикации используется переключатель блока 1Ж2-3. При установке переключателя в положение КОНТРОЛЬ 1 загораются все лампы схемы индикации, размещенной на указателе азимута, а в положение КОНТРОЛЬ 2 — все лампы схемы индикации в оптическом визире.

Для выключения системы пеленгования необходимо нажать кнопку БОРТ.

§ 4.5. НАЗЕМНЫЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ ЗАПРОСЧИК 1РЛ246-10

Наземный радиолокационный запросчик предназначен для определения по принципу «свой — чужой» государственной принадлежности воздушных целей.

Он обеспечивает:

взаимодействие с радиолокационными ответчиками систем «Кремний-2», «Кремний-2М» и «Пароль» (третий диапазон);

опознавание воздушных целей на дальности до 14 400 м при высоте полета целей до 5000 м;

работу в режимах общего и контрольного опознавания;

разрешающую способность по дальности 3600 м, по азимуту — не более 25°;

световую и звуковую индикацию ответного сигнала;

блокировку цепи пуска ракеты при наличии ответного сигнала;

автоматический контроль работоспособности приемно-передающего тракта.

Основные технические характеристики НРЗ:

время готовности к работе — не более 3 с;

время непрерывной работы — 24 ч;

наработка на отказ — 3000 ч;

питающее напряжение — 24 В постоянного тока;

потребляемая мощность — не более 30 Вт;

масса — 8,75 кг.

В состав НРЗ входят приемопередатчик 1Л1, антенна 10ЛА, пульт управления 1ЛУ со световым табло.

Приемопередатчик и антенна установлены на люльке пусковой установки над третьей направляющей, а пульт управления — слева от оператора на стенке башни. Световое табло крепится перед оператором слева на визирном устройстве.

Принцип действия систем радиолокационного опознавания

В систему радиолокационного опознавания входят запросчики и ответчики. И те, и другие могут устанавливаться на воздушных, наземных и надводных объектах. НРЗ 1РЛ246-10 взаимодействует с радиолокационными ответчиками, установленными на самолетах и вертолетах, принадлежащих Вооруженным Силам СССР.

Радиолокационные запросчики и ответчики взаимодействуют по принципу обмена информацией между собой. Инициатива обмена информацией принадлежит запросчику. При подготовке к боевой работе оператор на пульте управления устанавливает переключатель в положение, соответствующее номеру действующего кода. После включения питания и наведения пусковой установки на опознаваемый воздушный объект оператор нажатием кнопки РАБОТА на пульте управления включает НРЗ в режим общего опознавания. При этом в передатчике формируется запросный сигнал, который с помощью антенны излучается в направлении воздушной цели. Радиолокационный ответчик работает в режиме дежурного приема. При поступлении запросного сигнала он вырабатывает ответный сигнал, который излучается в пространство. Этот сигнал принимается антенной наземного радиолокационного запросчика и поступает в приемник, где усиливается и преобразуется в видеосигнал. Производится селекция сигналов, на выход приемного устройства поступают только те сигналы, которые были приняты основным лепестком диаграммы направленности антенны. Ответный сигнал дешифрируется, т. е. сравнивается с установленным по действующему коду. При совпадении ответного сигнала с ожидаемым НРЗ вырабатывает сигнал общего опознавания. При этом в головных телефонах оператора появляется звуковой сигнал, в аппаратуре запуска размыкается цепь пуска ракеты, на световом табло высвечивается светодиод на дальности, с которой пришел ответный сигнал. Дальность определяется по времени задержки ответного сигнала относительно сигнала запроса. Определение дальности осуществляется дискретно. Если на световом табло высветился светодиод 4 км, значит, дальность до отвечающей цели лежит в пределах от 0 до 4 км. Светодиоду 7 КМ соответствует дальность от 4 до 7 км, светодиоду 11 КМ — дальность от 7 до 11 км и светодиоду 15 КМ — дальность от 11 до 15 км.

Чтобы убедиться в достоверности ответного сигнала, оператор включает режим контрольного опознавания, для чего нажимает

кнопку IК или IIК на пульте управления, при этом изменяется структура запросного сигнала и радиолокационный ответчик не вырабатывает ответного сигнала.

Таким образом, радиолокационный ответчик воздушного объекта, принадлежащего Вооруженным Силам СССР, должен вырабатывать ответный сигнал только на сигнал запроса общего опознавания.

Если воздушный объект не «отвечает» на запрос в режиме общего опознавания или «отвечает» в режимах общего и контрольного опознавания, делается вывод о том, что этот объект — воздушный противник.

В НРЗ предусмотрена возможность автоматической проверки работоспособности приемно-передающего тракта с индикацией его исправности. Об исправности приемно-передающего тракта свидетельствует свечение светодиода ИСПР. на световом табло при включении НРЗ в режим общего опознавания. Проверка работоспособности НРЗ в полном объеме осуществляется с помощью аппаратуры 1Л92 из состава машины технического обслуживания 9В915.

Краткая характеристика элементов наземного радиолокационного запросчика

Приемопередатчик 1Л1 предназначен для генерирования запросных сигналов, а также для усиления, дешифрации и анализа ответных сигналов и для формирования сигналов измерения и индикации дальности до отвечающей воздушной цели.

В состав приемопередатчика входят (рис. 4.16): передающее устройство; фидерное устройство; приемное устройство; импульсное устройство; устройство питания.

Блок выполнен в виде отдельных печатных плат, смонтированных в металлическом корпусе. Основа элементной базы — интегральные схемы.

Антенна 10ЛА предназначена для излучения запросных высокочастотных импульсов в заданном направлении и приема энергии ответных высокочастотных импульсов.

Антенна состоит из двух излучателей бегущей волны. Излучатели возбуждаются с помощью несимметричных петлевых вибраторов. Излучатели установлены параллельно и размещены на общем экране.

Антенна закрыта пенополиуретановым колпаком. В нижней части антенны закреплена трубка, посредством которой происходит выравнивание давления внутри колпака по отношению к наружному.

Для слива конденсата, образующегося в колпаке при резких изменениях температуры окружающей среды, предусмотрено сливное отверстие, закрываемое винтом с резиновым уплотнением.

Пульт управления 1ЛУ предназначен для управления режимами работы наземного радиолокационного запросчика и индикации

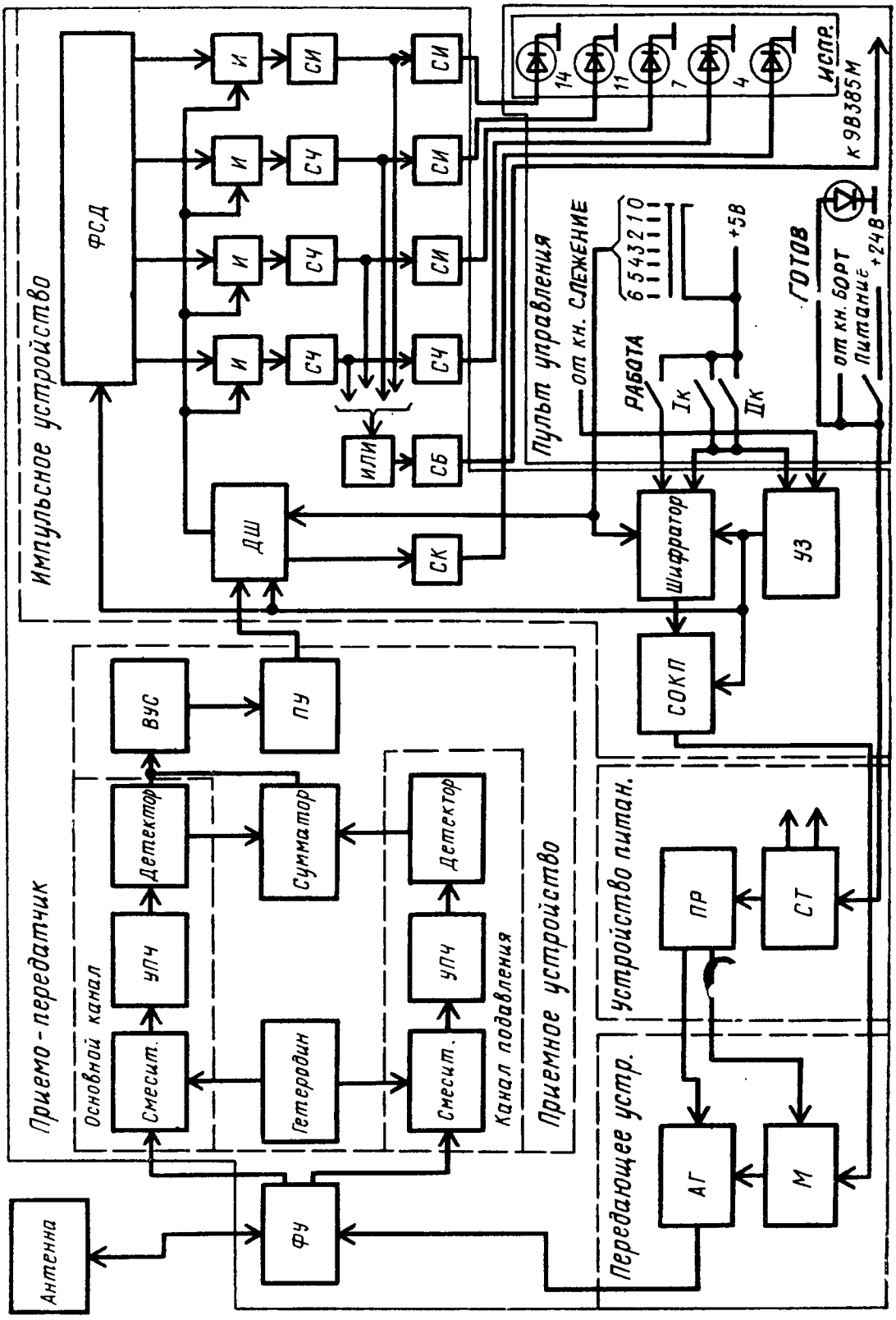


Рис. 4.16. Структурная схема НРЗ 1РЛ246-10

дальности до отвечающей цели. Пульт состоит из собственно пульта управления и светового табло.

На пульте управления размещены:

тумблер ПИТАНИЕ — для включения питания НРЗ;

светодиод ГОТОВ — для индикации включения питания;

кнопка РАБОТА — для включения режима общего опознавания;

кнопки IК и IIК под пломбируемой крышкой — для включения режимов контрольного опознавания;

переключатель 0—1—2—3—4—5—6 — для установки действующего кода;

предохранитель 1А — для защиты цепей питания.

На световом табло установлены светодиоды КМ 4, 7, 11, 14 для индикации дальности до отвечающей цели и светодиод ИСПР. для индикации исправности НРЗ.

Работа НРЗ

Питание наземного радиолокационного запросчика включается тумблером ПИТАНИЕ на пульте управления. Если на направляющих есть ракеты и замкнуты блокировки, обеспечивающие включение питания аппаратуры запуска, питание в НРЗ можно включить нажатием кнопки БОРТ.

При включении питания на пульте управления загорается светодиод ГОТОВ и напряжение +24 В прикладывается к устройству питания, которое состоит из стабилизатора (СТ) и преобразователя (ПР). Стабилизатор — линейный, компенсационный, последовательного типа, с регулирующим элементом, работающим в непрерывном режиме, вырабатывает стабилизированные напряжения +6,3 и +5 В. Эти напряжения используются для питания импульсного и приемного устройства. Напряжение +6,3 В, кроме того, поступает в преобразователь. Преобразователь вырабатывает напряжения +600, +90, —6,3 В, которые необходимы для обеспечения работы передающего устройства. В составе преобразователя имеются автогенератор и три выпрямительных канала. Автогенератор выполнен по схеме двухтактного преобразователя на транзисторах. Напряжение +6,3 В преобразуется в переменное напряжение прямоугольной формы, которое поступает на выпрямители, где выпрямляется и фильтруется. Выпрямитель +600 В собран по схеме удвоения напряжения, выпрямитель +90 В — по однополупериодной схеме выпрямления, а выпрямитель —6,3 В — по двухполупериодной схеме со средней точкой. Все выпрямители выполнены на полупроводниковых диодах. Для включения в НРЗ режима общего опознавания необходимо на пульте управления нажать кнопку РАБОТА или (при включенной аппаратуре запуска) кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до первого упора. При этом включается устройство запуска (УЗ), которое вырабатывает положительные импульсы с частотой повторения (100±50) Гц. Импульсы запуска поступают в шифратор, дешиф-

ратор (ДШ), схему ограничения количества запросных пачек (СОП) и формирователь стробов дальности (ФСД).

Шифратор формирует пачки запросных сигналов по три видеоимпульса в каждой. Формирование видеоимпульсов осуществляется с помощью шестиразрядного счетчика с дешифрирующей матрицей и смесителя. Схема ограничения количества запросных пачек (СОКП) пропускает одиннадцать пачек запросных сигналов, которые поступают в передающее устройство.

Формирователь стробов дальности вырабатывает четыре последовательных строба длительностью по 24 мкс каждый. Длительность строба соответствует расстоянию 3600 м. Так как передний фронт каждого последующего строба совпадает по времени с задним фронтом предыдущего, то стробами перекрывается вся обзорная дистанция. Начало первого строба считается нулем дальности. Стробы поступают на схемы совпадения И, каждый на свою.

Пачки запросных видеоимпульсов, поступающие в передающее устройство, подаются на модулятор. Модулятор (М) формирует видеоимпульсы отрицательной полярности для катодной модуляции автогенератора. Временная расстановка видеоимпульсов соответствует временной расстановке импульсов в запросной пачке. Эти импульсы поступают в автогенератор. Автогенератор (АГ) представляет собой конструктивно законченный высокочастотный узел, предназначенный для генерирования колебаний на фиксированной частоте 668 МГц в режиме катодной модуляции. Выполнен в виде модуля на металлокерамическом триоде с коаксиальными контурами по схеме с общей сеткой. Заданная стабильность частоты обеспечивается применением титанокерамического триода, работающего с высокой скважностью и малой мощностью рассеивания и имеющего незначительные изменения межэлектродных емкостей в процессе эксплуатации. При отсутствии импульсов модулятора автогенератор закрыт напряжением смещения 90 В. В момент прихода модулирующего импульса на катод автогенератора происходят возбуждение автогенератора и формирование высокочастотного импульса. Таким образом, передающее устройство преобразует запросные видеоимпульсы в радиоимпульсы. Эти импульсы (далее — запросный сигнал) поступают в фидерное устройство (ФУ).

Фидерное устройство выполнено на полосковых линиях и формирует совместно с антенной суммарную диаграмму направленности в режиме передачи, суммарную и разностную диаграммы направленности в режиме приема. Формирование двух диаграмм направленности в режиме приема обусловлено необходимостью обеспечения отсечки ответных сигналов, принятых боковыми лепестками диаграммы направленности антенны. Одновременно фидерное устройство выполняет функции переключателя ПРИЕМ — ПЕРЕДАЧА.

Запросный сигнал поступает в антенну и излучается в направлении опознаваемого объекта.

Ответный сигнал принимается антенной и через фидерное устройство поступает на вход приемного устройства. При этом сигнал, принятый суммарной диаграммой направленности, поступает на вход основного канала, а сигнал, принятый разностной диаграммой направленности, — на вход канала подавления. Оба канала приемного устройства выполнены по одной схеме. На смесителях происходит преобразование частоты ответного сигнала в промежуточную, равную 48 МГц. Для преобразования частоты ответного сигнала на вторые входы смесителей подаются непрерывные синусоидальные колебания гетеродина. Гетеродин — автогенератор, имеющий высокодобротный контур, обеспечивающий высокую стабильность частоты сигнала.

С выхода смесителей ответный сигнал поступает в усилитель промежуточной частоты (в обоих каналах). УПЧ имеет в своем составе три усилительных каскада, собранные по каскодной схеме. С выхода УПЧ ответный сигнал поступает в детектор, где преобразуется в видеоимпульсы. Продетектированные сигналы: положительный с детектора основного канала и отрицательный с детектора канала подавления — поступают на сумматор, где происходит их сложение. Сумматор выполнен на резисторе. Суммарный сигнал усиливается видеоусилителем и поступает на пороговое устройство (ПУ). При превышении сигналом уровня срабатывания порогового устройства ответный сигнал поступает в дешифратор. Дешифратор производит сравнение кода ответного сигнала с ожидаемым, соответствующим положению переключателя на пульте управления. Если код ответного сигнала соответствует ожидаемому, дешифратор вырабатывает импульс общего опознавания, который поступает на схемы совпадения И. Если код ответного сигнала не совпадает с ожидаемым или на дешифратор поступает универсальный ответный сигнал типа «гребенка» (не менее шести импульсов), дешифратор закрывается и сигнала общего опознавания не формирует.

Импульс общего опознавания, поступающий на схемы совпадения, вызывает срабатывание той из них, на которой он совпадает по времени со стробом дальности. Сработавшая схема И формирует импульс, который поступает на счетчик, подключенный к ее выходу. В НРЗ критерием принадлежности цели Вооруженным Силам СССР является наличие хотя бы трех правильных ответных сигналов из одиннадцати возможных. Поэтому при наличии трех импульсов в одном из счетчиков срабатывает соответствующая схема индикации (СИ) и на световом табло загорается светодиод на дальности, с которой пришел ответный сигнал. Одновременно через схему ИЛИ включается схема блокировки (СБ) и в аппаратуру запуска поступает сигнал, размыкающий цепь пуска ракеты. В головных телефонах оператора появляется характерный звуковой сигнал.

При включении контрольного запроса шифратор вырабатывает запросный сигнал, содержащий в себе четыре импульса. Временная расстановка между импульсами зависит от того, ка-

кая нажата кнопка — IK или IIK. На контрольный запрос самолетный ответчик не отвечает.

Для проверки работоспособности приемно-передающего тракта предусмотрен режим автоматического контроля. При включении режима общего опознавания часть электромагнитной энергии через фидерное устройство просачивается на вход приемника. Срабатывают дешифратор и схема контроля и на световом табло загорается светодиод ИСПР. (если приемно-передающий тракт функционирует нормально).

§ 4.6. СРЕДСТВА ПРИЦЕЛИВАНИЯ

К средствам прицеливания пусковой установки относятся визир грубой наводки и оптический визир 9Ш127.

Визир грубой наводки размещается на правой стенке башни. Он представляет собой рычаг, кинематически связанный с люлькой и имеющий угломестную шкалу. На конце рычага установлено прицельное кольцо.

Оптический визир обеспечивает решение оператором следующих задач:

наведение пусковой установки на цель с точностью, обеспечивающей попадание цели в поле зрения головки самонаведения ракеты;

определение надежности захвата цели головкой самонаведения;

ввод угловых упреждений перед пуском ракеты, если вычислитель упреждений аппаратуры оценки зоны неисправен;

определение момента пуска ракет 9М37 и 9М37М;

определение необходимости ввода вертикальной составляющей углового упреждения при угле места люльки 20° и менее;

обеспечение приема целеуказания от системы пеленгования пассивного радиопеленгатора (только для боевых машин 9А35 и 9А35М).

Оптический визир размещен перед оператором. Он крепится к правой стенке башни с помощью шести болтов. Конструкция болтов позволяет производить юстировку визира при установке на пусковую установку, а также при техническом обслуживании. Часть визира, расположенная снаружи башни, закрыта металлическим кожухом с откидной крышкой. Рычаг для управления крышкой визира расположен внутри башни справа от оператора.

Оптико-кинематическая схема оптического визира показана на рис. 4.17. Конструктивно визир состоит из головной, средней и окулярной частей.

В головной части установлены: защитное стекло, головная призма, объектив, сетка, крышка-зеркало, сигнальная система.

Защитное стекло предохраняет оптические элементы визира от воздействия внешней среды.

Головная призма кинематически связана с люлькой и поворачивается в вертикальной плоскости синхронно с ней. Это обеспечивается за счет двуплечего рычага, который с помощью регули-

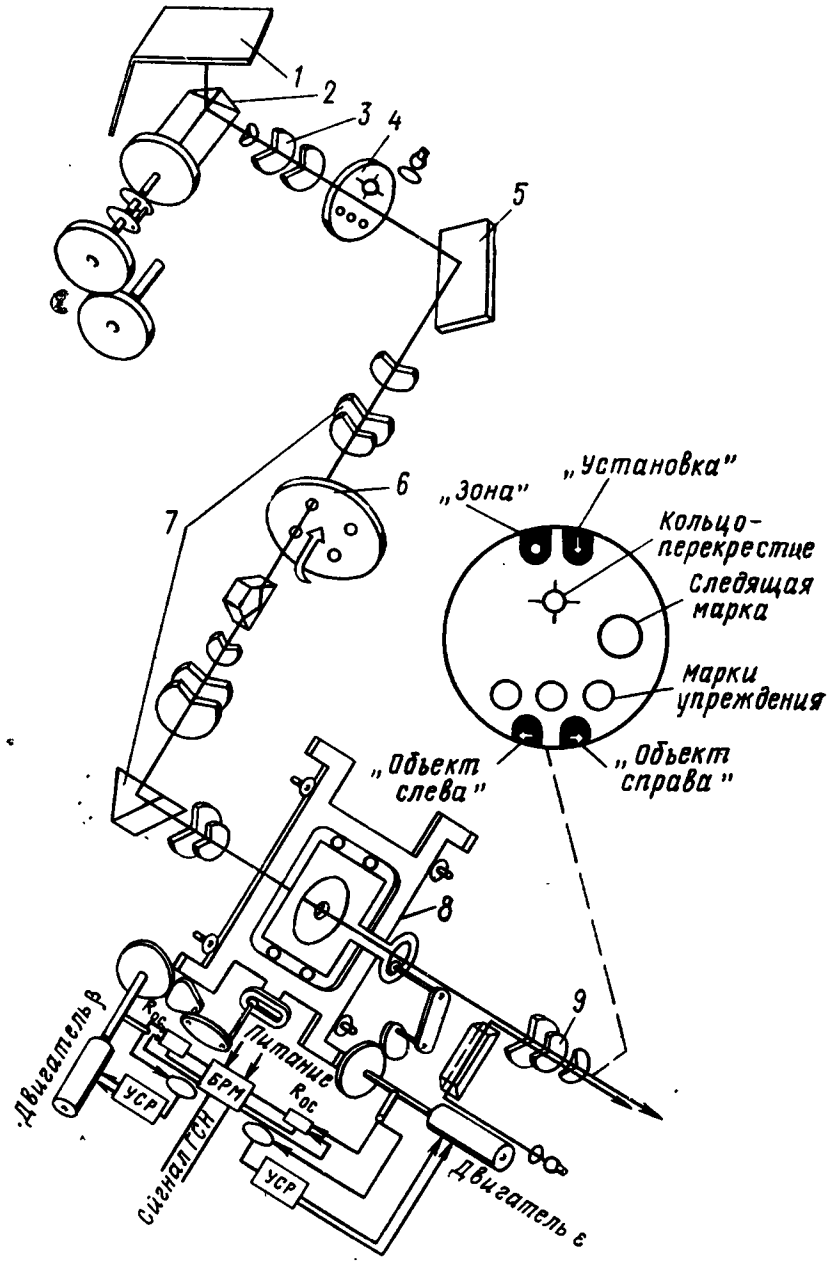


Рис. 4.17. Оптико-кинематическая схема 9Ш127

руемых тяг соединен с люлькой и приводом управления головной призмы.

Объектив в эксцентриковой оправе фокусирует изображение на крышке-зеркале.

Сетка представляет собой прозрачную пластину, на которой нанесены элементы поля зрения, позволяющие производить прицеливание и вводить угловые упреждения в ручном режиме.

Крышка-зеркало обеспечивает поворот светового потока на 90°.

Сигнальная система включает пять ламп со светопроводами. Одна лампа подсвечивает сетку, а четыре лампы — сигналы индикации, которые будут рассмотрены ниже.

В средней части оптического визира расположены линзы и призмы оборачивающих систем, а также механизм светофильтров. На корпусе средней части имеется фланец для крепления визира к башне. Там же размещен патрон постоянной осушки с силикагелем.

В окулярной части оптического визира размещены механизм следящей марки с электрическим приводом и окуляр с мягким откидывающимся наглазником.

Механизм следящей марки представляет собой две подвижные рамки, одна из которых имеет возможность перемещаться в горизонтальной плоскости, а другая — в вертикальной. Причем вторая рамка установлена на первой и перемещается относительно нее. На второй рамке установлена прозрачная пластина с нанесенной на ней следящей маркой. Рамки кинематически связаны с двумя одинаковыми по устройству электрическими приводами: первая — с азимутальным, а вторая — с угломестным. Управляющие сигналы на приводы следящей марки поступают с головки самонаведения ракеты через блок преобразования и управления аппаратуры запуска. Эти сигналы пропорциональны горизонтальной и вертикальной составляющим угла пеленга. Приводы отрабатывают заданное рассогласование и следящая марка перемещается синхронно с осью ротора головки самонаведения. Имеется лампа подсветки следящей марки.

Окуляр позволяет производить диоптрийную наводку. Над окуляром закреплен регулируемый налобник. Справа на окулярной части установлен тумблер ПОДСВЕТКА для включения ламп подсветки следящей марки и сетки.

В поле зрения оптического визира оператор видит кольцо-перекрестие, следящую марку, три марки упреждений, световые сигналы «Зона», «Установка», «Объект слева», «Объект справа».

Кольцо-перекрестие указывает, в какую часть небесной сферы направлена ось контейнера, т. е. куда произведено прицеливание. Угловой размер кольца-перекрестия составляет 1°.

Следящая марка показывает, куда направлена ось ротора головки самонаведения ракеты. Эта марка при включении режима «Борт» совмещается с кольцом-перекрестием, при включении режима «Слежение» перемещается, охватывая цель, а при выключении питания аппаратуры запуска может занимать любое положение в поле зрения оптического визира.

Марки упреждений предназначены для обеспечения ввода угловых упреждений в ручном режиме работы приводов наведения.

Световой сигнал «Зона» загорается при включенной аппаратуре оценки зоны, если цель вошла в зону пуска ракеты 9М37 или 9М37М.

Световой сигнал «Установка» подключен к микровыключателю 20° ВН и загорается при угле места люльки 20° и менее. Горение этого сигнала указывает на необходимость ввода при пуске ракеты вертикального углового упреждения.

Световые сигналы «Объект слева» и «Объект справа» являются элементами индикации системы пеленгования пассивного радиопеленгатора и задействованы только на боевых машинах, оборудованных пеленгатором.

§ 4.7. НАВИГАЦИОННАЯ АППАРАТУРА

В качестве навигационной аппаратуры на боевых машинах используется танковая навигационная аппаратура ТНА-3. Эта аппаратура является счетно-решающим комплексом и предназначена для непрерывной автоматической выработки текущих координат, дирекционного угла машины и угла направления на пункт назначения.

ТНА-3 обеспечивает:

установку и считывание прямоугольных координат положения машины, выраженных пятизначными числами с дискретностью 10 м;

установку и считывание дирекционного угла машины с ошибкой не более 0-01;

установку и считывание разностей координат пункта назначения и местоположения машины в пределах 100 км с ошибкой не более 200 м;

считывание дирекционного угла на пункт назначения с ошибкой не более 0-50;

введение корректуры пути на юз, пробуксовку и неровности местности в пределах от —13 до +10%;

проверку работоспособности путем решения контрольных задач.

В состав ТНА-3 (рис. 4.18) входят: датчик пути (ДП); координатор; курсоуказатель (КУ); гирокурсоуказатель (ГКУ); пульт управления (ПУ); преобразователь ПТ-200Ц.

В комплекте с аппаратурой поступают циркуль-измеритель и хордоугломер для определения по карте исходных данных.

Для обеспечения реализации оператором целеуказаний и ориентирования пусковой установки при боевой работе совместно с ТНА-3 работает указатель азимута.

Краткая характеристика элементов ТНА-3

Датчик пути установлен в отсеке главной передачи и предназначен для выработки импульсов, количество которых пропорционально пройденному пути, а частота повторения — скорости боевой машины.

В металлическом корпусе смонтированы и механическая и электрическая части датчика. Принцип действия датчика основан на изменении магнитного потока при пересечении его проводником. С датчика снимаются две последовательности импульсов, сдвинутых одна относительно другой на четверть периода. Это необходимо для определения направления движения машины (впе-

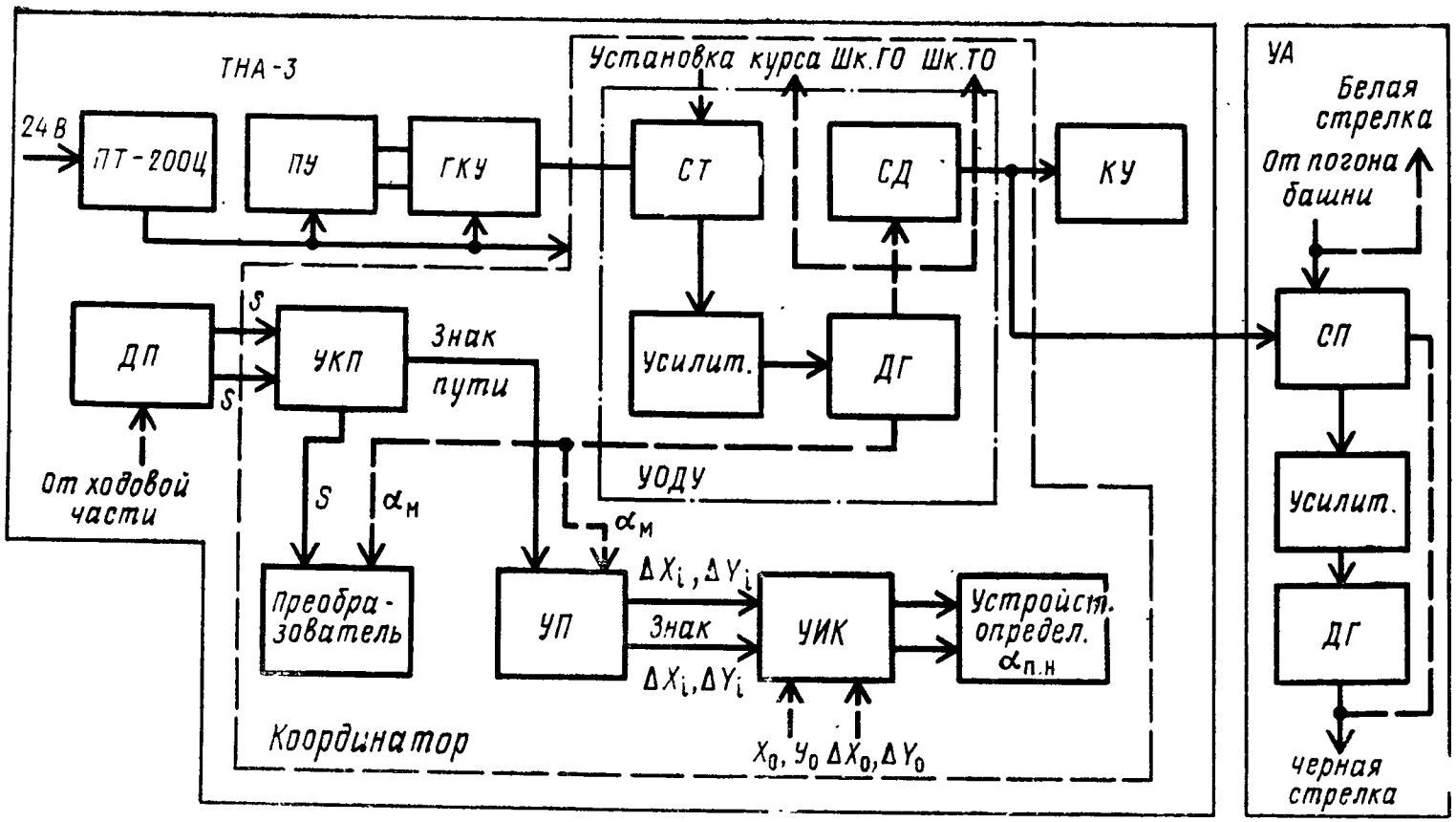


Рис. 4.18. Структурная схема навигационной аппаратуры

ред или назад). Импульсы на выходе датчика имеют амплитуду порядка 20 В.

Координатор установлен справа от командира и предназначен для ввода в аппаратуру исходных данных, а также для выработки и индикации текущих координат движущейся машины, ее дирекционного угла и дирекционного угла на пункт назначения. Кроме того, координатор позволяет проверять работоспособность аппаратуры. На передней панели координатора размещены органы управления и индикации. Органы управления позволяют включать аппаратуру, переключать режимы ее работы (РАБОТА — КОНТРОЛЬ) и вводить исходные данные. Органы индикации позволяют определять текущие координаты машины, ее дирекционный угол и дирекционный угол на пункт назначения.

В состав координатора (рис. 4.18) входят: устройство отработки дирекционного угла машины (УОДУ); устройство корректуры пути (УКП); преобразователь; устройство переключения (УП); устройство индикации координат (УИК).

Курсоуказатель установлен справа перед механиком-водителем и предназначен для индикации дирекционного угла машины. Основным элементом курсоуказателя является сельсин-приемник, на роторе которого укреплена стрелка. Сельсин-приемник электрически связан с сельсином-датчиком, установленным в координаторе. Дирекционный угол определяется с помощью шкалы. Курсоуказатель оборудован подвижным стрелочным указателем для фиксации при необходимости дирекционного угла на пункт назначения.

Гирокурсоуказатель расположен слева от оператора на дне базовой машины. Предназначен для измерения дирекционного угла боевой машины. Представляет собой трехстепенной гироскоп.

Принцип действия гирокурсоуказателя основан на использовании свойства трехстепенного гироскопа сохранять в пространстве заданное перед пуском направление главной оси. После пуска гироскоп «удерживает» в пространстве направление продольной оси боевой машины, которое она имела до начала движения. При движении машины углы отклонения ее продольной оси относительно исходного положения измеряются с помощью датчиков и, суммируясь с исходным дирекционным углом, образуют текущий дирекционный угол.

Для повышения точности работы гирокурсоуказатель оборудован системой подогрева, которая включается автоматически при температуре воздуха ниже +5° С.

Пульт управления расположен рядом с координатором и предназначен для настройки гирокурсоуказателя. В металлическом корпусе под крышкой размещены потенциометры азимутальной коррекции: потенциометр ШИРОТА со шкалой, проградуированной в градусах северной широты, и потенциометр ЭЛ. Б. со шкалой для уточнения широтной балансировки.

Преобразователь ПТ-200Ц установлен в кормовой части боевой машины слева от аккумуляторных батарей. Предназначен для выработки трехфазного переменного тока частотой 400 Гц и на-

пряжением 36 В. Конструктивно выполнен в виде электрической машины, объединяющей в себе двигатель постоянного тока с сериесным возбуждением и трехфазный синхронный генератор с возбуждением от постоянного магнита. Вращающиеся части двигателя и генератора размещены на общем валу.

Преобразователь оборудован схемой включения и магнитно-резонансным стабилизатором частоты, поддерживающим постоянную скорость вращения двигателя, а следовательно, и постоянную частоту выходного напряжения генератора.

Работа ТНА-3

Перед началом движения в аппаратуру вводятся:

исходное значение дирекционного угла машины — в устройство отработки дирекционного угла (УОДУ) (рис. 4.18);

исходное значение координат (при необходимости и разности координат пункта назначения и местоположения боевой машины) — в устройство индикации координат (УИК);

корректура пути на юз, пробуксовку и рельеф местности — в устройство корректуры пути (УКП).

Информация о пройденном пути поступает от ходовой части и через гибкий валик передается на датчик пути (ДП), где она преобразуется в две последовательности импульсов, сдвинутых по фазе на 90°. Импульсы пути, частота следования которых зависит от скорости машины, а количество — от пройденного пути, поступают в устройство корректуры пути, где в зависимости от очередности следования импульсов по каналам определяется знак движения машины («вперед» или «назад»). Импульсы одной из последовательностей используются в качестве сигнала пути. Сигналы пути поступают в преобразователь, а сигналы знака скорости — в устройство переключения.

Из гирокурсоуказателя (ГКУ) в координатор поступает информация о текущем дирекционном угле машины. Эта информация в виде напряжения переменного тока подается на статорные обмотки сельсина-трансформатора (СТ). Статор сельсина-трансформатора при вводе исходного дирекционного угла машины устанавливается в какое-то определенное положение. С роторных обмоток сельсина-трансформатора снимается сигнал рассогласования, который поступает на трехкаскадный усилитель. Нагрузкой усилителя является обмотка управления двигателя-генератора (ДГ), который через редуктор разворачивает ротор сельсина-трансформатора в сторону уменьшения рассогласования. Одновременно происходит разворот шкал грубого и точного отсчета, ротора сельсина-датчика (СД) и валов преобразователя и устройства переключения. Сельсин-датчик используется для осуществления трансформаторной дистанционной передачи дирекционного угла машины на курсоуказатель и указатель азимута.

Преобразователь является основным устройством координатора, которое осуществляет разложение элементов пути по осям ко-

ординат в области изменения дирекционного угла от 0 до 90°. Для этого используется фотопреобразователь. В связи с ограниченной областью изменения дирекционного угла преобразователь вырабатывает только положительные значения элементов разложения пути.

Для обеспечения непрерывности изменения синусной и косинусной функций, т. е. для решения задачи в пределах от 0 до 360°, применено устройство переключения (УП). Входными данными, поступающими на устройство переключения, являются информация с выхода преобразователя и дирекционный угол машины. Устройство переключения обрабатывает полученную информацию, определяя как квадрант происшедшего разложения пути, так и знаки приращений. С выхода устройства переключения информация об изменении координат поступает в устройство индикации координат (УИК). Механические счетчики индицируют эту информацию.

Если была введена разность координат пункта назначения и местоположения боевой машины, то устройство индикации вырабатывает информацию об изменении этой разности и индицирует ее. Эта информация поступает также в устройство определения дирекционного угла на пункт назначения для вычисления и индикации дирекционного угла.

Указатель азимута

Указатель азимута предназначен для ориентирования пусковой установки при работе как на месте, так и в движении. При работе в движении используется только совместно с ТНА-3. При работе на месте может использоваться автономно. Установлен перед оператором, слева от оптического визира. В состав указателя азимута (рис. 4.19) входят корпус со шкалой, сельсин-приемник, усилитель и двигатель-генератор. Корпус закрыт съемным стеклом с подпружиненной рукояткой. На статоре сельсина-приемника закреплена белая стрелка, а на роторе — черная. В верхней части указателя азимута размещена схема индикации системы пеленгования пассивного радиопеленгатора. На указателе азимута установлены тумблеры ШК и С. Первым тумблером включается подсветка шкалы, а вторым — электрическая цепь связи указателя азимута (УА) с координатором ТНА-3.

Статор сельсина-приемника кинематически связан с зубчатым венцом погона башни и вращается при повороте башни. Таким образом, белая стрелка, закрепленная на статоре, всегда показывает угол поворота башни относительно продольной оси боевой машины.

При выключенном тумблере С (или при выключенной ТНА-3) черная стрелка с помощью подпружиненной рукоятки может быть установлена в любое положение, что используется для ориентирования пусковой установки при работе на месте.

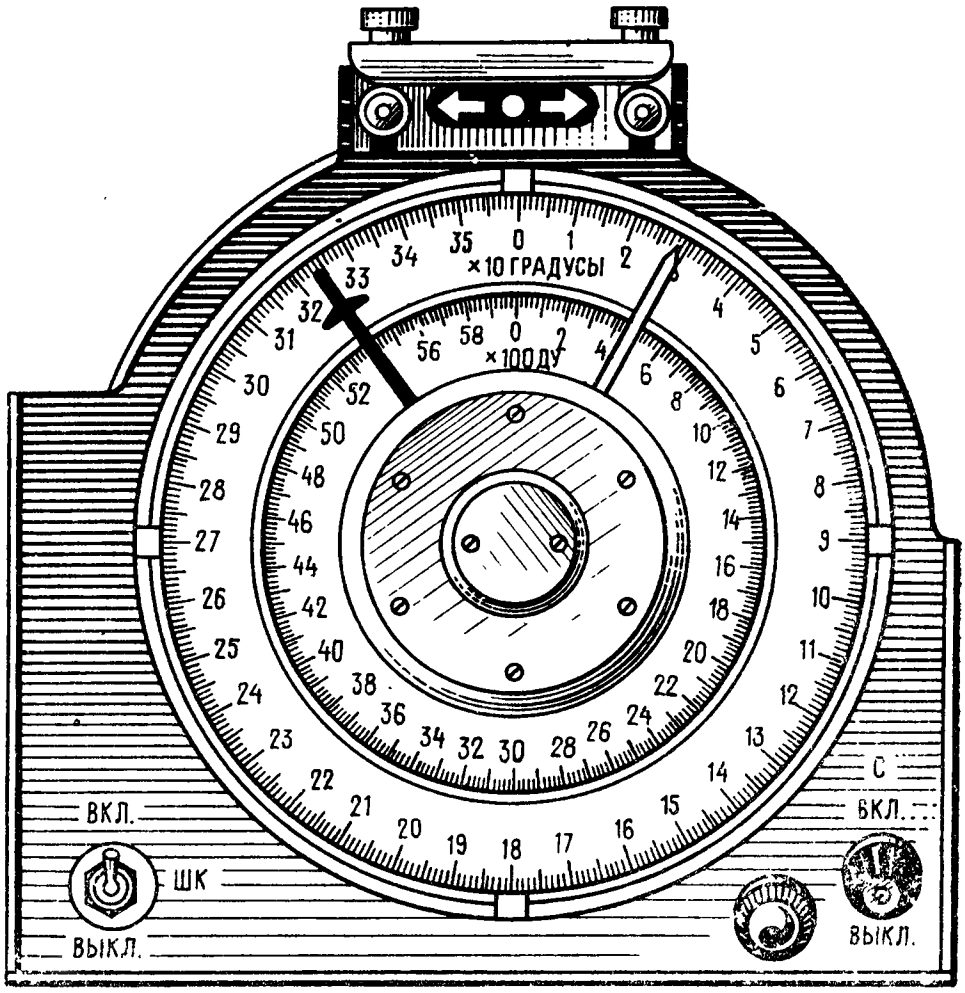


Рис. 4.19. Указатель азимута

Если предстоит боевая работа в движении, необходимо включить ТНА-3 и тумблер С на указателе азимута. При этом статорная обмотка сельсина-приемника (рис. 4.18) указателя азимута подключается к статорной обмотке сельсина-датчика координатора. В роторной обмотке сельсина-приемника возникает сигнал рассогласования, который усиливается и поступает на двигатель-генератор. Двигатель-генератор будет разворачивать ротор сельсина-приемника до тех пор, пока он не займет положение, согласованное с ротором сельсина-датчика координатора. Таким образом, если башня находится в нулевом положении по азимуту относительно продольной оси базовой машины, черная стрелка указателя азимута, закрепленная на роторе сельсина-приемника, будет показывать дирекционный угол машины. При повороте башни относительно нулевого положения будет разворачиваться на такой же угол и статор сельсина-приемника с белой стрелкой. В роторной обмотке сельсина-приемника возникает сигнал рассогласования, управляющий двигателем-генератором. Двигатель-генератор будет разворачивать ротор сельсина-приемника до тех пор, пока сигнал рассогласования не станет равным нулю. В результате к дирекци-

онному углу машины, который указывала черная стрелка указателя азимута, прибавится или вычтется из него (в зависимости от направления поворота башни) угол поворота башни относительно продольной оси машины. Таким образом, черная стрелка будет показывать дирекционный угол продольной оси башни, что используется для реализации целеуказания при работе в движении.

§ 4.8. СРЕДСТВА СВЯЗИ

Средства связи позволяют организовать:

внутреннюю проводную связь между членами экипажа и внешним абонентом;

проводную телефонную связь со старшим начальником или соседней боевой машиной;

двустороннюю радиосвязь с внешним абонентом.

Кроме того, средства связи обеспечивают прослушивание в головных телефонах звуковых сигналов индикации (из 9С16, 9В385М, 1РЛ246-10).

К средствам связи относятся радиостанция Р-123М и аппаратура связи 9С612 одной из модификаций (9С612, 9С612-1, -2, -3). Радиостанция Р-123М размещена перед командиром и предназначена для обеспечения двусторонней радиосвязи как с однотипной радиостанцией, так и с другими, имеющими такой же или частично совпадающий диапазон частот (Р105М, Р108М, Р109М, Р113, Р114, Р126).

Радиостанция Р-123М — приемопередающая, ультракоротковолновая, телефонная, с частотной модуляцией. Диапазон частот 20,0—51,5 кГц. Дальность действия не менее 20 км с четырехметровой антенной и 8—13 км с метровой антенной. Радиостанция оборудована механизмом установки частот, с помощью которого можно заранее подготовить и зафиксировать четыре частоты. Переход с одной фиксированной частоты на другую осуществляется установкой переключателя в соответствующее положение.

В комплект радиостанции входят приемопередатчик, блок питания, антенна и комплект кабелей.

Антенна представляет собой четырехметровый штырь, состоящий из четырех секций.

Радиостанция работает в режимах дежурного приема и телефонной связи симплексом.

В режиме дежурного приема радиостанция работает только на прием, а в режиме «Симплекс» — на прием и передачу, причем прием и передача осуществляются последовательно: или только передача, или только прием. Переключение с приема на передачу и наоборот осуществляется вручную.

Аппаратура связи обеспечивает:

внутреннюю проводную связь между членами экипажа и внешним абонентом;

выход оператора на Р-123М;

выход командира и оператора на Р-123М;

выход оператора на внешнюю проводную связь;
выход командира и оператора на внешнюю проводную связь;
выход командира на Р-123М и оператора на внешнюю проводную связь.

В состав аппаратуры связи (рис. 4.20) входят: переговорное устройство Р-124; блок внешней связи; суммирующий усилитель (для 9С612, 9С612-2 — один, а для 9С612-1, -3 — два); ларинго-

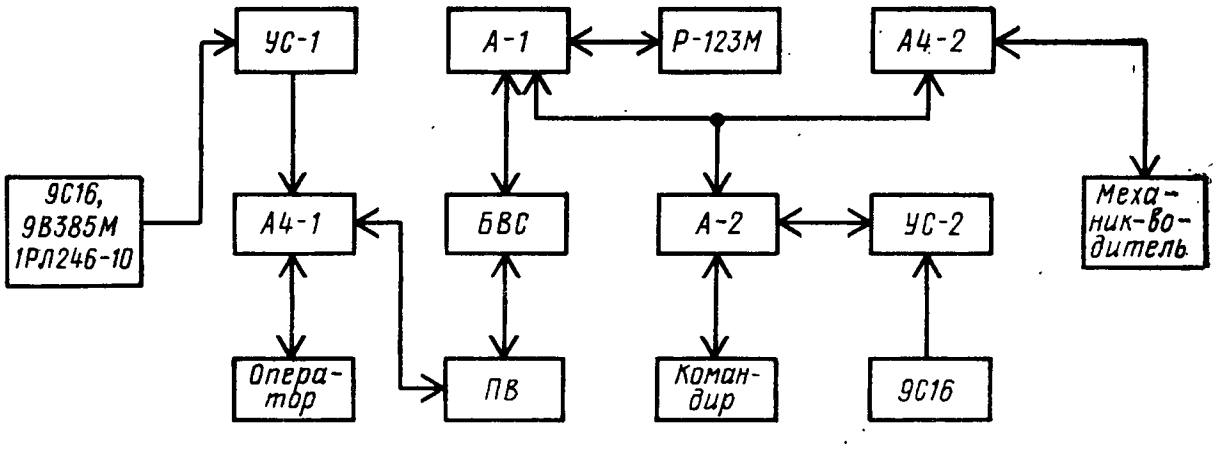


Рис. 4.20. Структурная схема аппаратуры связи

телефонные гарнитуры с нагрудными переключателями и шлемофонами — на каждого члена экипажа. Имеется нагрудный переключатель с удлиненным кабелем для подключения внешнего абонента. На подставке для ног оператора установлена педаль, позволяющая оператору выходить на Р-123М без использования нагрудного переключателя. Концевой выключатель, установленный под педалью, выполняет функции кнопки ПРД нагрудного переключателя.

Переговорное устройство Р-124 — типовое. Оно включает аппараты А-1, А-2, А4-1, А4-2, А-5 и ПВ.

Аппарат А-1 установлен перед командиром и предназначен для усиления звуковых сигналов и коммутации электрических цепей. На передней панели аппарата размещены переключатель, потенциометр, с помощью которого регулируется уровень звукового сигнала, и предохранитель 0,5 А под металлической крышкой.

Переключатель имеет следующие положения: ВЫКЛ., ВС, Р-123, Р-112. При установке переключателя в положение ВЫКЛ. переговорное устройство выключается. Если переключатель установить в положение ВС, замыкаются цепи внутренней связи. Установка переключателя в положение Р-123 обеспечивает подключение переговорного устройства к радиостанции Р-123М. Положение переключателя Р-112 не используется.

Аппарат А-2 установлен левее аппарата А-1. Он предназначен для подключения командира к переговорному устройству, усиления сигналов, снимаемых с ларингофонов командира, и коммутации электрических цепей. На передней панели аппарата установ-

лен переключатель, имеющий положения: Р130, Р112, ВС, Р-123. Первое положение переключателя не используется, а в остальных положениях обеспечиваются соответственно внутренняя связь и выход командира на радиостанцию.

Аппарат А4-1 установлен на рабочем месте оператора и предназначен для подключения оператора к переговорному устройству и усиления сигнала, снимаемого с ларингофонов оператора.

Аппарат А4-2 установлен слева от механика-водителя и обеспечивает подключение его к переговорному устройству и усиление сигналов, снимаемых с ларингофонов.

Аппарат А-5 предназначен для подключения к переговорному устройству внешнего абонента и усиления сигнала, снимаемого с его ларингофонов.

Аппарат ПВ размещен на правом борту базовой машины в проходе к рабочему месту оператора и предназначен для обеспечения подключения оператора или к внутренней связи, или к радиостанции. Для этого на аппарате установлен тумблер, имеющий положения ВС и РС.

Аппарат ПВ входит в комплекты аппаратуры связи 9С612-2 и 9С612-3, устанавливаемые на боевых машинах с 1977 г.

Блок внешней связи (БВС) размещен на правом борту машины за сиденьем командира. Он обеспечивает подключение оператора или командира и оператора к внешней проводной связи с другой боевой машиной или абонентом, имеющим телефонный аппарат системы МБ. На блоке установлен переключатель ВЫКЛ. — ОПЕРАТОР — ОПЕРАТОР, КОМАНДИР.

Если внешняя проводная связь не используется, переключатель необходимо установить в положение ВЫКЛ. Внешняя проводная линия связи подключается к клеммам К1, К2 или К4, К5 бортового щитка боевой машины. При посылке вызова внешним абонентом по проводной линии связи в БВС звенит звонок, а в головных телефонах членов экипажа слышен звуковой сигнал частотой примерно 500 Гц. Для посылки вызова внешнему абоненту оператор или командир в зависимости от положения переключателя на БВС должен нажать тангенту нагрудного переключателя в положение ВЫЗ.

Суммирующий усилитель (УС) обеспечивает подключение к переговорному устройству специальных сигналов, поступающих из аппаратуры 9В385М, 9С16 и 1РЛ246-10. Если боевая машина оборудована изделием 9С16, в состав аппаратуры связи (9С612-1, -3) входят два усилителя — УС-1 и УС-2. УС-2 установлен у командира и обеспечивает прослушивание командиром сигналов, поступающих из 9С16. Усилитель УС-1 размещен справа от оператора и позволяет оператору прослушивать в головных телефонах сигналы, поступающие из аппаратуры 9С16 (при ее наличии), 9В385М и 1РЛ246-10.

Суммирующие усилители выполнены по одной схеме и представляют собой двухкаскадные усилители сигналов звуковой частоты. Потенциометром ЗВУК ЦО регулируется уровень сигналов,

поступающих из 9С16 на головные телефоны оператора и командира, а также сигналов, поступающих из 1РЛ246-10, на головные телефоны оператора. С помощью потенциометра РЕЧЬ регулируется уровень громкости речи внутренней связи в головных телефонах того абонента, к которому подключен суммирующий усилитель. Потенциометр УСИЛЕНИЕ используется оператором для регулировки уровня громкости сигнала, поступающего из 9В385М.

Ларинготелефонные гарнитуры вмонтированы в шлемофоны членов расчета. Подключение их к переговорному устройству осуществляется с помощью шнуров с нагрудными переключателями.

§ 4.9. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Система электропитания (СЭП) является элементом электрооборудования боевой машины и предназначена для обеспечения электрической энергией всей аппаратуры пусковой установки. Таким образом, СЭП является первичным источником питания аппаратуры пусковой установки.

В состав СЭП входят (рис. 4.21): генератор Г6, 5С; две аккумуляторные батареи 6СТ140Р; реле-регулятор Р-10ТМУ; фильтр радиопомех Ф5; коммутационное устройство; предохранитель ИП-150.

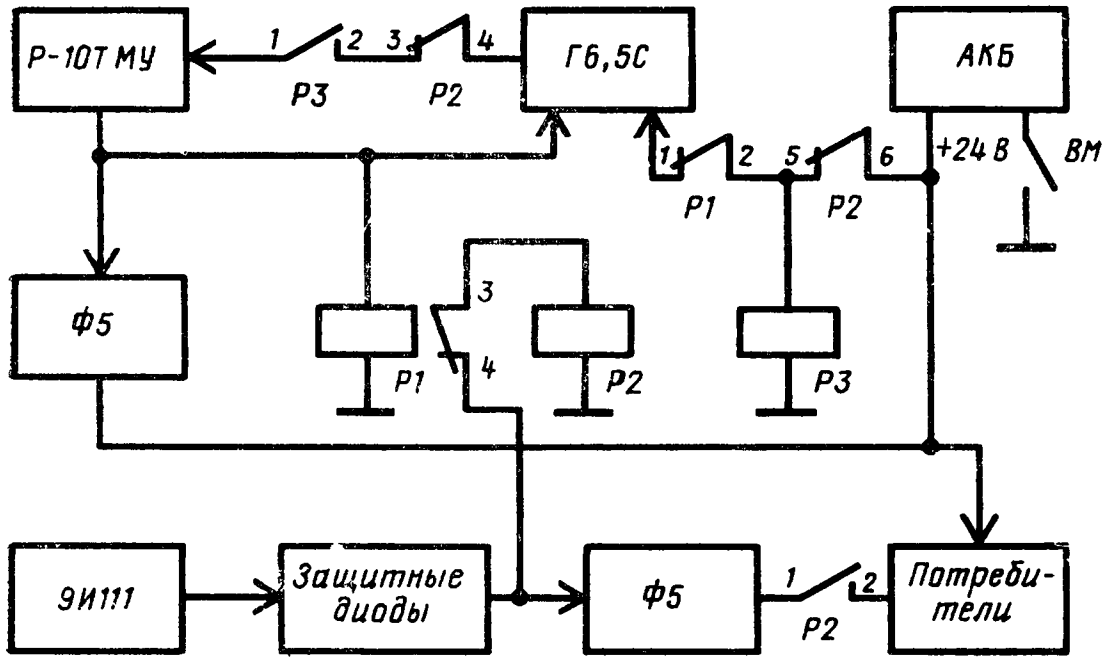


Рис. 4.21. Структурная схема СЭП

Напряжение на аккумуляторных батареях, а также наличие зарядного тока контролируются механиком-водителем с помощью вольтамперметра ВА-180.

Генератор Г6, 5С является основным источником электроэнергии. Он установлен слева от рабочего места командира и постоянно соединен с помощью ременной передачи с валом двигателя базовой машины. Представляет собой электрическую машину по-

стоянного тока с параллельным возбуждением. Генератор вырабатывает напряжение 28 В. Мощность генератора 6,5 кВт. Номинальная частота вращения от 50 до 108 $с^{-1}$. Охлаждается генератор самовентиляцией. Имеется механизм натяжения приводных ремней.

Аккумуляторные батареи являются резервным источником питания. Напряжение на одной батарее 12 В. Так как батареи соединены последовательно, суммарное напряжение на двух батареях составляет 24 В. Емкость каждой батареи 140 А/ч. При работающем базовом двигателе аккумуляторные батареи подключаются к генератору и работают в режиме подзаряда. При включенной аппаратуре пусковой установки аккумуляторные батареи работают в буферном режиме с генератором. При неработающем двигателе аккумуляторные батареи работают в режиме разряда (при включенной аппаратуре). Батареи установлены в кормовой части боевой машины над аккумуляторными батареями МТ-ЛБ.

Реле-регулятор Р-10ТМУ предназначено для автоматического поддержания выходного напряжения генератора в пределах 26,5—28,5 В при изменении числа оборотов двигателя. Установлено справа от оператора на борту базовой машины.

Фильтр радиопомех Ф5 служит для подавления радиопомех, создаваемых генератором. Представляет собой однопроводный индуктивно-емкостный П-образный фильтр. Установлен рядом с Р-10ТМУ.

Коммутационное устройство предназначено для включения СЭП и переключения режимов работы. Состоит из выключателя массы и контакторов Р1, Р2, Р3. В качестве выключателя массы применен автомат защиты сети АЗСГ-5, который вместе с вольтамперметром ВА-180 установлен на дополнительном щитке слева перед механиком-водителем. Контакторы размещены справа от оператора рядом с реле-регулятором и фильтром радиопомех.

Предохранитель ИП-150 служит для защиты аккумуляторных батарей от перегрузки по току в случае короткого замыкания в цепи нагрузки.

В боевой машине предусмотрена возможность подключения к СЭП внешнего источника питания 9И111. Подключение 9И111 производится с помощью кабеля из состава внешнего источника питания, который подсоединяется к разъему, установленному на правом борту боевой машины. Внешний источник питания заменяет генератор Г6, 5С.

При включении массы аккумуляторных батарей их минусовый выход подсоединяется к корпусу боевой машины. При этом срабатывает контактор Р3, замыкаются его контакты *1—2* и выход генератора подключается к реле-регулятору. Одновременно напряжение +24 В прикладывается к обмотке возбуждения генератора. При работающем двигателе генератор возбуждается и его выходное напряжение через реле-регулятор и фильтр радиопомех поступает к потребителям и на подзаряд аккумуляторных батарей. Срабатывает контактор Р1, генератор переходит на самовозбуж-

дение. Размыкается цепь питания контактора Р2, обеспечивая невозможность параллельного подключения к потребителям выходных напряжений генератора Г6, 5С и внешнего источника питания.

При работе от внешнего источника питания срабатывает контактор Р2, который разомкнет свои контакты *3—4* и *5—6*, отключая генератор Г6, 5С от реле-регулятора и обмотку возбуждения генератора от аккумуляторных батарей. При замыкании контактов *1—2* контактора Р2 выходное напряжение внешнего источника питания через защитные диоды и ограничительные резисторы поступает к потребителям и на подзаряд аккумуляторных батарей. При работе от внешнего источника питания подзаряжаются только аккумуляторные батареи СЭП пусковой установки. Подзаряд батарей базовой машины не осуществляется.

Для подавления радиопомех, создаваемых внешним источником питания, установлен дополнительный фильтр радиопомех Ф5, аналогичный вышеописанному.

Глава 5

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ БОЕВЫХ МАШИН

§ 5.1. ВИДЫ И ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Под техническим обслуживанием подразумевается комплекс работ, направленных на поддержание работоспособности и исправности боевых машин при использовании их по назначению, а также при хранении.

В основу технического обслуживания положена планово-предупредительная система, основанная на обязательном проведении определенного вида обслуживания в зависимости от наработки аппаратуры, количества пусков, километров пробега, а также от сроков хранения.

В настоящее время для боевых машин, не находящихся на хранении, предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

контрольный осмотр (КО);
ежедневное техническое обслуживание (ЕТО);
техническое обслуживание № 1 (ТО-1);
техническое обслуживание № 2 (ТО-2);
сезонное обслуживание (СО).

Контрольный осмотр проводится расчетом перед выходом боевых машин из парка, а также на привалах при совершении марша. Время, затрачиваемое на КО, не превышает 15 мин.

Ежедневное техническое обслуживание выполняется расчетом после использования боевых машин, но не реже чем один раз в две недели, если БМ не использовались. Время, отводимое на ежедневное ТО, составляет 1—2 ч.

Техническое обслуживание № 1 проводится расчетом с привлечением расчета машины технического обслуживания 9В915 через каждые 1000 км пробега или после пусков, если после предыдущего ТО-1 сделано более 20 пусков, но не реже одного раза в год. Время, необходимое для проведения ТО-1, 8—10 ч.

Техническое обслуживание № 2 выполняется расчетом машины технического обслуживания с привлечением расчетов БМ через каждые 3000 км пробега или после пусков, если после проведения

предыдущего ТО-2 произведено более 60 пусков, но не реже чем один раз в два года. Время, необходимое для проведения ТО-2, 10—20 ч.

Сезонное обслуживание проводится два раза в год для подготовки боевых машин к эксплуатации в условиях летнего или зимнего времени и, как правило, совмещается с ТО-1 или ТО-2.

Перечень и методика выполнения работ различных видов ТО, сетевые графики всех видов ТО и рабочие карты для каждого члена экипажа имеются в Инструкции по техническому обслуживанию изделия 9А35 (9А35М, 9А35М2).

Категорически запрещается сокращать объем работ, предусмотренных каждым видом ТО, или уменьшать время, отведенное для обслуживания, в ущерб качеству его проведения.

Техническое обслуживание должно проводиться подготовленным расчетом с соблюдением следующих мер безопасности:

не допускать нарушения герметичности соединений системы питания двигателя, пролива топлива и его попадания внутрь корпуса;

не оставлять в боевой машине использованную ветошь;

перед включением системы электропитания следует обязательно проветрить боевую машину, для чего необходимо открыть все люки;

выключать массу аккумуляторных батарей на стоянках и при ремонте БМ;

при снятии аккумуляторных батарей изолировать наконечники соединительных кабелей;

следить за тем, чтобы в зону выхлопного отверстия не попадали ветошь или другие легковоспламеняющиеся материалы;

пользоваться только исправными инструментом, приборами и принадлежностями;

перед переводом боевой машины в боевое или походное положение убедиться в отсутствии людей и посторонних предметов на корпусе БМ;

перед наведением башни в горизонтальной плоскости поставить ноги на подставку и убедиться, что в зоне вращения (как внутри БМ, так и на корпусе ее сверху) нет людей.

Запрещается:

при проверке аппаратуры и в учебно-тренировочных целях использовать боевые изделия 9М37, 9М37М или 9М31М;

подключать пульт проверки 9В738М при наличии на люльке хотя бы одного контейнера;

применять при обслуживании и ремонте бензин;

производить разборку, сборку и замену элементов электрических схем при включенном питании;

пользоваться при настройке и регулировке блоков отвертками, имеющими рукоятки из токопроводящего материала.

При подготовке боевой машины к обслуживанию (ЕТО, ТО-1, ТО-2) необходимо провести общую мойку и чистку как снаружи, так и внутри БМ.

Помещение, в котором проводится техническое обслуживание, должно быть светлым, чистым, просторным, оборудованным приточно-вытяжной вентиляцией.

При проведении технического обслуживания применяется инструмент из одиночного комплекта ЗИП, а приборы и приспособления — из группового комплекта ЗИП или комплекта машины технического обслуживания.

§ 5.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ КОМПЛЕКСА

Хранение элементов ЗРК БД в мирное время организуется в соответствии с требованиями Руководства по организации комплексного технического обслуживания и ремонта вооружения и военной техники Советской Армии и Военно-Морского Флота и нормативно-технической документации (НТД).

Для элементов комплекса устанавливаются следующие виды хранения:

кратковременное (от одного месяца до одного года);

длительное (образец консервируется и не эксплуатируется более одного года).

Организация постановки на кратковременное или длительное хранение осуществляется по плану, подписанному заместителем командира части по вооружению и начальником штаба и утвержденному командиром части. На основании этого плана составляется план-график постановки элементов ЗРК на хранение, в котором предусматриваются сроки проведения работ и материально-техническое обеспечение.

При подготовке к кратковременному хранению необходимо провести техническое обслуживание № 1 и частичную консервацию элементов ЗРК, а к длительному хранению — техническое обслуживание № 2 и полную консервацию.

Ракеты хранятся на артиллерийских складах боеприпасов соединений и частей в соответствии с установленными нормами эшелонирования. Хранение может осуществляться в хранилищах (отапливаемых и неотапливаемых), на специально оборудованных площадках в полевых условиях и на пусковых установках.

Совместным решением Министерства обороны СССР, Министерства оборонной промышленности и Министерства машиностроения от 2 ноября 1983 года № АО1111-83 для ракет 9М37М (9М37) сроки хранения установлены следующие:

в отапливаемых хранилищах — тринадцать лет и шесть месяцев;

в неотапливаемых хранилищах — десять лет и шесть месяцев, из них в полевых условиях три года, в том числе на пусковых установках один год.

В хранилищах ракеты в укупорке укладываются в штабеля. Под нижний ящик каждого штабеля надо уложить три подкладки из дерева (18×18 или 18×24 см). Расстояние между подкладками должно быть не более 1 м.

В полевых условиях хранение ракет в укупорке производится на специально оборудованных площадках. Ракеты на них должны быть защищены от воздействия атмосферных осадков и солнечных лучей. Укладка в штабеля осуществляется так же, как и в хранилищах. Высота подкладок под нижний ящик каждого штабеля должна быть 15—25 см.

На пусковой установке ракеты хранятся в контейнерах под чехлами. Снятие чехлов разрешается при боевом применении и при обслуживании.

Находящиеся на хранении боевые машины должны быть укомплектованы согласно формуляру. Хранение боевых машин допускается как в крытых неотапливаемых помещениях, так и в полевых условиях под навесом или в открытых парках. Независимо от типа хранилища и вида хранения боевые машины зачехляются, все люки плотно закрываются и опломбируются. В хранилищах размещение осуществляется так, чтобы обеспечивались соблюдение мер пожарной безопасности, возможность проведения отдельных видов технического обслуживания, а также эвакуации и защиты от грызунов.

Для элементов комплекса, находящихся на хранении, устанавливаются следующие виды технического обслуживания:

при кратковременном хранении — техническое обслуживание № 1 при хранении (ТО-1х);

при длительном хранении — техническое обслуживание № 1 при хранении (ТО-1х), техническое обслуживание № 2 при хранении (ТО-2х) и регламентированное техническое обслуживание (РТО).

ТО-1х при кратковременном хранении предназначено для поддержания образца вооружения в исправном состоянии до подготовки его к использованию или очередного технического обслуживания, а также для контроля технического состояния и устранения выявленных недостатков. Проводится расчетом один раз в шесть месяцев или по результатам контрольно-технических (текущих) осмотров (КТО). КТО проводятся регулярно в парково-хозяйственные дни. По результатам КТО ТО-1х может проводиться полностью или частично.

ТО-1х при длительном хранении проводится расчетом через один год или по результатам КТО.

ТО-2х при длительном хранении проводится расчетом с привлечением специалистов из ремонтного органа части через два года или по результатам КТО.

РТО проводится специалистами ремонтного органа части с привлечением расчета через шесть — десять лет. В отдельных случаях для проведения РТО привлекаются бригады заводов промышленности.

РАЗДЕЛ II

ОГНЕВАЯ ПОДГОТОВКА (БОЕВАЯ РАБОТА)

Глава 6

РАКЕТНО-СТРЕЛКОВАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

§ 6.1. МЕРА УГЛОВ, ПРИМЕНЯЕМАЯ В РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСАХ

Общепринятой единицей измерения углов, дуг является градусная система. При эксплуатации ЗРК БД приходится иметь дело как с градусной системой измерения, так и с другой системой — артиллерийской, в которой за единицу угловых мер принято деление угломера.

Делением угломера называют центральный угол, опирающийся на дугу, равную 1/6000 длины окружности.

На практике принято называть этот угол малым делением угломера. Угол, содержащий 100 малых делений угломера, называют большим делением угломера.

Одно малое деление угломера принято записывать 0-01. Одно большое деление угломера записывают 1-00.

Углы, содержащие большие и малые деления угломера, принято называть и записывать раздельно: сначала большие деления, а затем малые, разделенные чертой.

Примеры соотношения между градусной системой измерения и делением угломера, порядок их записи и произношения приведены в табл. 6.1.

Широкое применение делений угломера в военном деле объясняется определенной универсальностью данной системы. Если определение деления угломера представить в виде математической зависимости, то получим

$$l = \frac{C}{6000} = \frac{2\pi R}{6000} = \frac{6{,}28}{6000} R = 0{,}0014\, R \approx \frac{1}{1000} R,$$

где l — дуга, на которую опирается центральный угол, равный 0-01;

C — длина окружности.

Как видно из математической зависимости, длина дуги l соответствует одной тысячной длины радиуса окружности.

На практике значение радиуса можно заменить на дальность D, а дугу l представить прямым отрезком b, характеризую-

Таблица 6.1

Угол в малых делениях угломера	Записывается	Читается	Угол в градусах
0	0-00	Ноль, ноль	0 град
1	0-01	Ноль, ноль, один	3,6 мин
10	0-10	Ноль, десять	36 мин
17	0-17	Ноль, семнадцать	1 град
50	0-50	Ноль, пятьдесят	3 град
100	1-00	Один, ноль	6 град
1500	15-00	Пятнадцать, ноль	90 град
2543	25-43	Двадцать пять, сорок три	152 град 32 мин
4500	45-00	Сорок пять, ноль	270 град
6000	60-00	Шестьдесят, ноль	360 град

щим высоту, длину, ширину какого-либо объекта. Тогда можно записать

$$b = \frac{1}{1000} D.$$

Если угол превышает значение 0-01 и составляет n малых делений угломера, то зависимость принимает вид

$$Dn = 1000b,$$

где D — дальность до объекта (цели), м;

n — угол в малых делениях угломера, под которым наблюдается объект;

b — линейные размеры объекта (высота, ширина, длина).

Данное математическое выражение получило название формулы «тысячной».

Формула «тысячной» имеет три формы записи в зависимости от того, какая величина подлежит определению:

при определении расстояния (дальности до объекта)

$$D = \frac{b}{n} 1000, \text{ м};$$

при оценке размеров предмета

$$b = \frac{Dn}{1000}, \text{ м};$$

при определении угла

$$n = \frac{b}{D} 1000, \text{ д. у.}$$

На практике небольшие углы (до 3-50), выраженные в делениях угломера и записанные в виде десятичной дроби, весьма мало отличаются от синусов и тангенсов этих углов.

Значения этих углов приведены в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Угол	sin α	tq α
0-01 или 0,001	0,0010	0,0010
0-02 или 0,002	0,0021	0,0021
0-20 или 0,020	0,0209	0,0209
0-30 или 0,030	0,0314	0,0314
1-00 или 0,100	0,1045	0,1051
2-00 или 0,200	0,2019	0,2125
3-00 или 0,300	0,3090	0,3249
3-50 или 0,350	0,3584	0,3839

Это позволяет, не прибегая к таблицам тригонометрических функций, решать ряд практических задач.

Для оператора боевой машины важно определить момент пуска, который зависит от дальности до цели. В поле зрения оптического визира 9Ш127 наблюдаются следующие кольца с размерами:

кольцо-перекрестие — 1°=0-17;

следящая марка — 1,5°=0-25;

кольцо — упреждения — 2°=0-34.

Зная усредненные линейные размеры целей (длину фюзеляжа, размах крыла) — истребителей и бомбардировщиков, можно определить дальность до них, используя формулу «тысячной».

§ 6.2. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ. ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ ЦЕЛИ

Для наведения ракет на цель необходимо знать положение цели и ракеты в пространстве, т. е. знать их координаты. Координатами воздушной цели (ракеты) называют величины, определяющие ее положение относительно пункта управления (точки стояния ЗРК). Для однозначного определения положения цели или ракеты в пространстве необходимы три координаты, образующие систему координат. Существует несколько систем координат — прямоугольная, сферическая, цилиндрическая и др.

При наведении ракеты не только необходимо иметь координаты, характеризующие ее положение в пространстве как некоторой точки, но знать и ориентацию ее, углы поворота ракеты относительно центра масс и некоторые другие величины.

Для решения этих задач применяют следующие системы координат: земную, связанную, скоростную.

Земная система координат — такая система координат, оси которой неподвижно связаны с землей. Начало координат находится в точке старта ЗРК, а направление осей OX_3 и OZ_3 связывается с положением сторон света. OX_3 направлена на север, OZ_3 — на восток, ось OY_3 — вертикально вверх. Оси образуют правую систему координат (рис. 6.1, *а*).

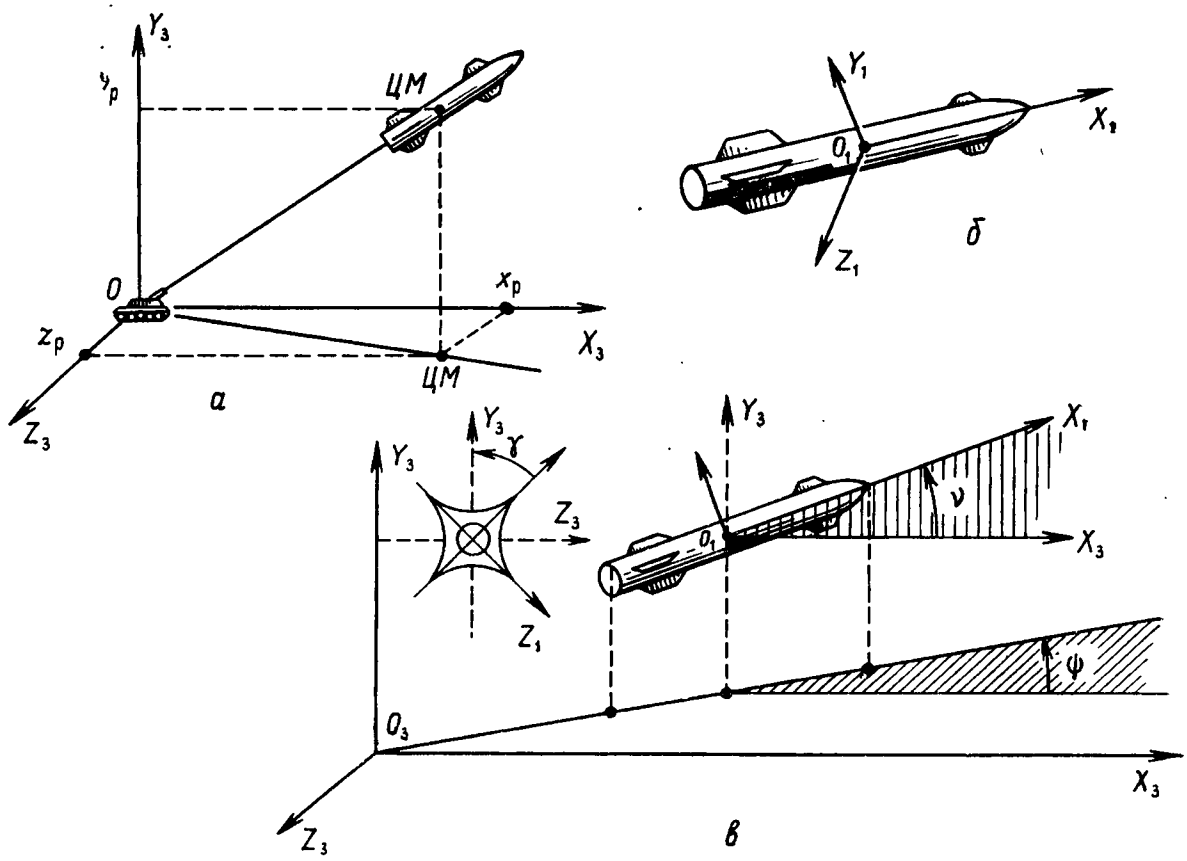


Рис. 6.1. Системы координат

Координаты ракеты в пространстве в земной системе координат записываются как $x_р$, $y_р$, $z_р$. Нетрудно видеть, что эти координаты не дают ответа на вопрос, как ориентирована ракета в пространстве и какое положение она занимает относительно цели.

Изменение координат ракеты характеризует направление движения в пространстве центра масс ракеты и позволяет знать траекторию полета ее.

Чтобы определить ориентацию ракеты в пространстве, необходимо ввести неподвижную относительно ее конструкции систему координат. Такой системой является связанная система координат (рис. 6.1, *б*).

Связанная система координат — прямоугольная система координат, начало осей которой находится в центре масс ракеты, а оси соответствуют геометрическим осям ракеты. Ось OX_1 совпадает с продольной осью ракеты, OY_1 расположена в вертикальной плоскости аэродинамической симметрии, OZ_1 перпендикулярна первым двум, образует правую систему координат.

Данная система координат сама по себе не дает информации об ориентации ракеты в пространстве. Для получения такой информации рассматривают совместно земную (неподвижную) и связанную (подвижную) системы координат (рис. 6.1, *в*).

Ориентация ракеты относительно земной системы координат определяется углами: тангажа ν, крена γ, рыскания ψ.

Для уяснения способа получения этих углов необходимо поместить начало земной системы координат в центр масс ракеты (совместить со связанной системой координат).

Угол тангажа ν — угол в вертикальной плоскости, образованный продольной осью ракеты OX_1 и горизонтальной плоскостью.

Угол крена γ — угол поворота корпуса ракеты вокруг своей продольной оси. Он отсчитывается между двумя положениями плоскости симметрии ракеты.

Угол рыскания ψ — угол между основным направлением земной системы координат OX_3 и проекцией основной оси связанной системы координат OX_1 на горизонтальную плоскость.

Скоростная система координат — прямоугольная система координат, начало отсчета которой находится в центре масс ракеты, а основная ось OX_v совпадает с вектором скорости ракеты в данной точке траектории. Ось OY_v расположена в вертикальной плоскости симметрии ракеты, OZ_v — перпендикулярна первым двум, образует правую систему координат.

Скоростная система координат рассматривается либо относительно земной, либо относительно связанной системы координат. Рассмотрим связь между скоростной и связанной системами координат (рис. 6.2).

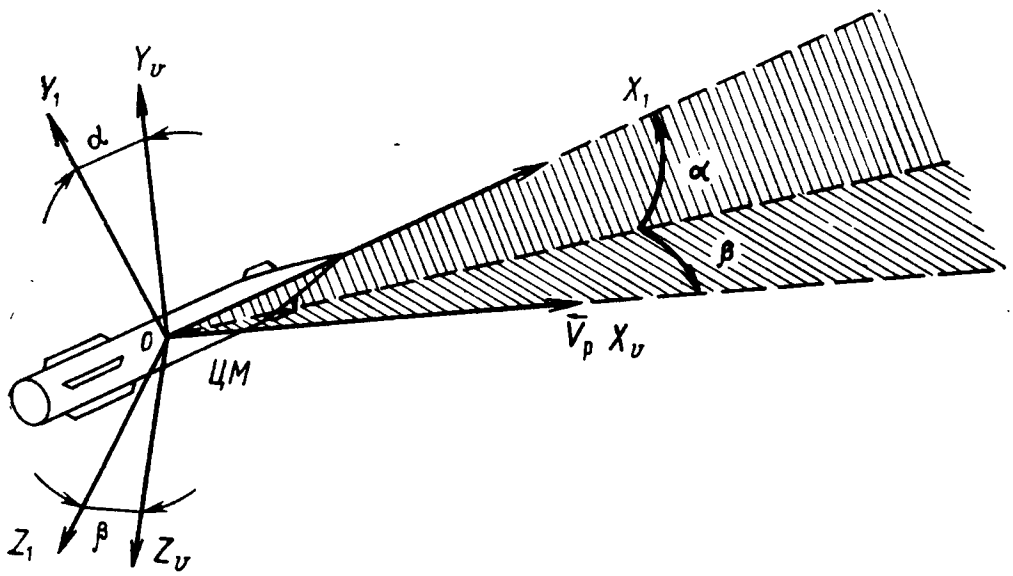


Рис. 6.2. Скоростная и связанная системы координат

Положение скоростной системы относительно связанной системы координат, т. е. ориентация ракеты относительно вектора скорости набегающего потока воздуха, характеризуется углом атаки α и углом скольжения β.

Угол атаки α — это угол между проекцией вектора скорости $\bar{V}_p$ на вертикальную плоскость симметрии ракеты и продольной осью ракеты.

Угол скольжения β — это угол между вектором скорости $\bar{V}_р$ и вертикальной плоскостью симметрии ракеты. Он характеризует положение ракеты в поперечной плоскости относительно воздушного потока.

Параметрами движения воздушной цели называются величины, определяющие характер предполагаемого движения цели во времени.

Характер движения цели определяется при равномерном и прямолинейном движении направлением и величиной скорости цели, а в общем случае — дополнительно производными вектора скорости по времени.

Вектор скорости может быть задан различной системой параметров:

1. Величиной и направлением, определяемыми углами в вертикальной и горизонтальной плоскостях (рис. 6.3).

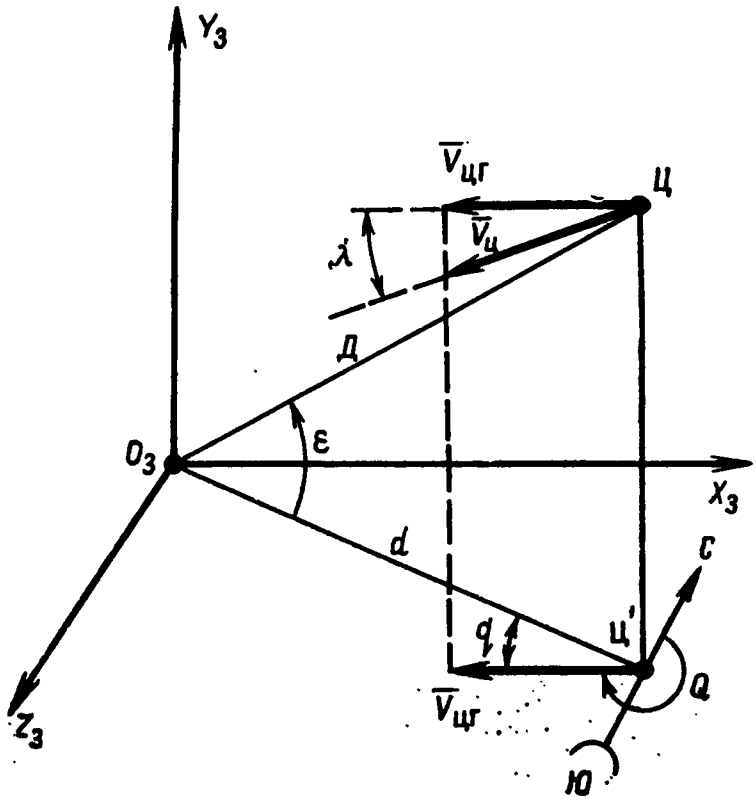


Рис. 6.3. Система параметров

Система параметров $V_ц$, λ, Q или $V_{цг}$, λ, q,

где: λ — угол пикирования (кабрирования); Q — путевой угол — угол, определяющий направление вектора скорости цели относительно заданного направления в горизонтальной плоскости; q — угол курса — угол в горизонтальной плоскости между проекцией курса цели и направлением на пункт наведения; изменяется от 0 до 180°.

2. Составляющими векторами скорости в сферической системе координат:

$$V = \sqrt{V_{\beta}^2 + V_r^2 + V_{\varepsilon}^2}.$$

При использовании этой системы движение цели чаще всего определяется угловой скоростью $\dot{\beta}$, угловой скоростью $\dot{\varepsilon}$ и радиальной составляющей скорости $\dot{r} = V_r$.

3. Составляющими вектора скорости в прямоугольной системе координат:

$$V = \sqrt{V_X^2 + V_Y^2 + V_Z^2}.$$

Возможны и другие системы параметров, однако они находят меньшее применение в теории полета ракеты.

§ 6.3. МЕТОДЫ НАВЕДЕНИЯ РАКЕТ

Методом наведения называется заданный закон сближения ракеты с целью, который в зависимости от координат цели и параметров ее движения определяет движение ракеты, обеспечивающее попадание ее в цель.

В зависимости от способа реализации методы наведения зенитных управляемых ракет можно разделить на две основные группы:

методы, применяемые в телеуправляемых системах;

методы самонаведения.

К методам первой группы относятся: метод трех точек и методы упреждения (с постоянным коэффициентом упреждения, спрямления траектории, последовательных упреждений).

Ко второй группе относятся: метод погони, наведение с постоянным углом упреждения, параллельного сближения и метод пропорционального сближения.

Выбор метода наведения ЗУР обусловливается рядом требований:

1. Метод наведения ракеты должен обеспечить наименьшую кривизну кинематической траектории на всех участках ее полета, и особенно в районе точки встречи. ЗУР имеет ограниченную маневренность. В заданных условиях полета и при заданной скорости ракеты минимальный радиус кривизны траектории определяется ее располагаемыми перегрузками.

Характер кинематической траектории определяет так называемые потребные кинематические перегрузки, которые должна выдерживать ракета при полете по этой траектории.

Для наведения ракеты на цель с допустимыми ошибками в каждой плоскости управления должно выполняться следующее условие: $n_{\text{расп}} \geqslant n_{\text{к}} + n_{\text{фл}} + n_{\text{в}} + n_w$,

где $n_{\text{расп}}$ — располагаемая перегрузка ракеты;

$n_{\text{к}}$ — потребная перегрузка ракеты для движения по кинематической траектории;

$n_{фл}$ — запас нормальных перегрузок ракеты для отработки случайных (флюктуационных) отклонений от кинематической траектории;

$n_в$ — перегрузка, затрачиваемая для компенсации силы тяжести ракеты;

n_w — перегрузка, необходимая для отработки изменения угловой скорости линии ракета-цель за счет продольного ускорения ЗУР.

Таким образом, метод наведения определяет требования к маневренности ракеты, а при заданной маневренности — диапазон высот и параметров движения воздушной цели, при котором возможна встреча ракеты с целью.

При возрастании кривизны кинематической траектории ракеты по мере ее приближения к цели необходимо создавать более маневренную ракету для обеспечения заданных боевых возможностей ЗРК по высоте. Однако всякое увеличение маневренности ракеты приводит к возрастанию массы и габаритов. Кроме того, кривизна траектории в районе точки встречи влияет на величину ошибок наведения ракеты на цель. Следовательно, уменьшение кривизны кинематической траектории по мере приближения ракеты к цели — одно из существенных требований к методу наведения.

Спрямление кинематической траектории приводит к уменьшению пути и полетного времени ракеты до цели, что позволяет улучшить характеристики ракеты и повысить огневую производительность комплекса.

2. Метод наведения должен обеспечивать встречу ракеты с воздушной целью во всем заданном диапазоне скоростей, высот и курсовых параметров ее движения.

Уничтожение воздушных целей ЗУР предусматривается в первую очередь при стрельбе навстречу. Однако в ходе отражения воздушного налета не исключены случаи обстрела цели вдогон.

Поэтому выбор метода наведения должен соответствовать основному предназначению ЗРК и учитывать возможный диапазон изменения координат и параметров движения цели, а также случаи стрельбы вдогон.

3. Метод наведения должен обеспечивать требуемую точность сближения ракеты с целью в различных условиях стрельбы. При преодолении зоны ПВО цель будет применять противоракетный маневр, поэтому выбранный метод наведения должен обеспечить стрельбу по маневрирующей цели.

Для учета условий стрельбы (стрельба по низколетящей цели, скоростной, вдогон и т. д.) метод наведения должен обладать некоторой степенью «гибкости», т. е. допускать «оптимизацию» кинематической траектории за счет изменения некоторого управляемого параметра в уравнениях связи.

4. Метод наведения должен быть достаточно простым в смысле его приборной реализации. Однако это требование всегда подчиняется требованиям тактической задачи.

Рассмотрим методы наведения самонаводящихся ракет.

Положение ракеты относительно цели однозначно определяется расстоянием между ракетой и целью и направлением в пространстве линии ракета — цель. Если движение цели задано (известно), то изменение этих координат во времени определяет и траекторию полета ракеты.

При рассмотрении методов наведения будут использованы обозначения, показанные на рис. 6.4,

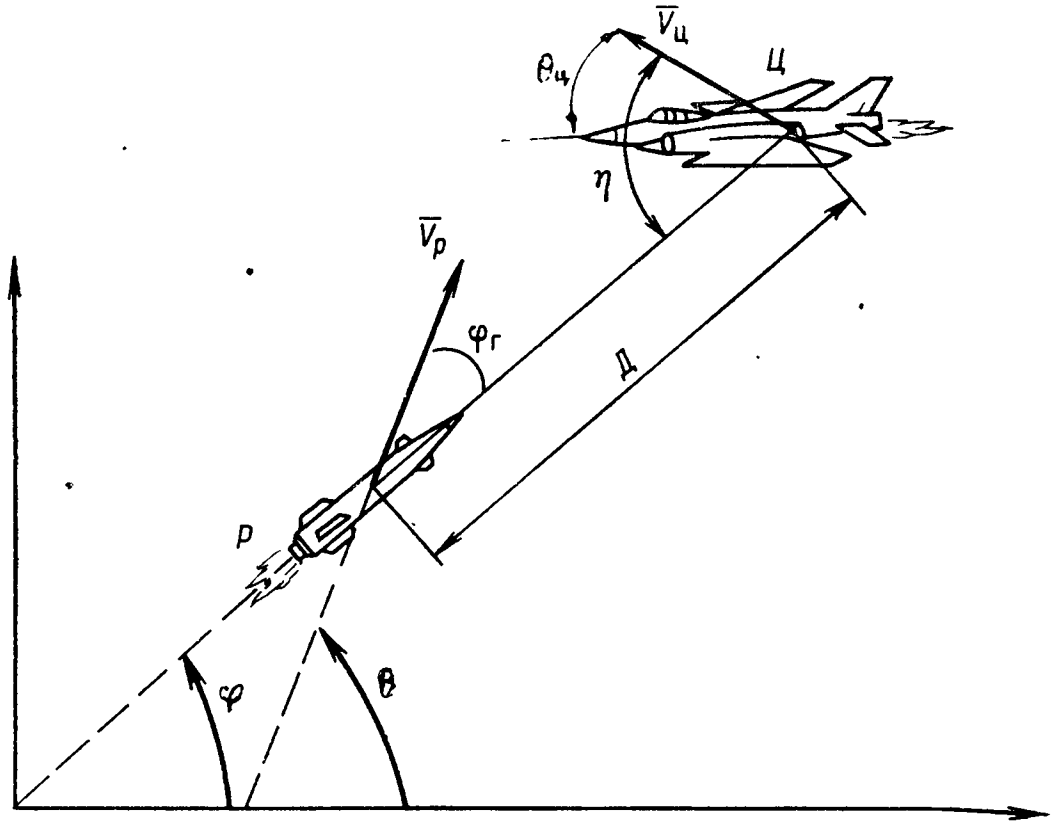


Рис. 6.4. К определению уравнений самонаводящейся ЗУР

где РЦ — линия ракета — цель;
$\overline{V}_ц$ — вектор скорости цели;
$\overline{V}_р$ — вектор скорости ракеты;
θ — угол наклона вектора скорости ракеты;
φ — угол наклона линии ракета — цель;
$Д$ — дальность между ракетой и целью;
$\varphi_г$ — угол между линией ракета — цель и вектором скорости ракеты;
η — угол между линией ракета — цель и вектором скорости цели;
$\theta_ц$ — угол наклона вектора скорости цели.

Взаимное перемещение двух точек (ракеты и цели) в одной, например вертикальной, плоскости описывается уравнениями:

$$-\dot{D} = V_ц \cos\eta + V_р \cos\varphi_г;$$

$$D\dot{\varphi} = V_ц \sin\eta - V_р \sin\varphi_г,$$

где $\dot{D}$ — скорость изменения расстояния ракета — цель;

$\dot{\varphi}$ — угловая скорость линии ракета — цель;

$\varphi_г$ — угол упреждения, т. е. угол между вектором скорости ракеты и линией ракета — цель.

Учитывая, что $\varphi_г = \theta - \varphi$ и $\eta = 180 - (\theta_ц - \varphi)$, уравнения можно записать в виде:

$$\dot{D} = V_ц \cos(\theta_ц - \varphi) - V_р \cos(\theta - \varphi);$$

$$D\dot{\varphi} = V \sin(\theta_ц - \varphi) - V_р \sin(\theta - \varphi).$$

Параметры движения цели $V_ц$ и $\theta_ц$, а также скорость ракеты $V_р$ для каждого момента времени следует считать заданными. Неизвестными величинами в уравнениях являются D, φ, θ. Следовательно, уравнения не определяют однозначно траекторию полета ракеты (неизвестных — три, а уравнений — два).

Чтобы однозначно задать требуемую траекторию ЗУР, необходимо к уравнениям добавить еще одно уравнение, связывающее величины D, φ, θ.

В общем виде это уравнение записывается так: $f(D, \varphi, \theta) = 0$.

Вид этой функции определяет метод наведения самонаводящейся ракеты в одной плоскости. Каждому виду этой функции соответствует вполне определенный метод наведения, приводящий движение ракеты в соответствие с движением цели. Поскольку управление полетом ракеты осуществляется лишь по направлению, то в уравнении метода дальность ракета — цель в принципе может быть исключена.

Задание метода самонаведения, по существу, сводится к определению положения линии ракета — цель относительно вектора скорости или продольной оси ракеты. Угол между вектором скорости ракеты и линией ракета — цель принято называть углом упреждения.

Для различных методов самонаведения последнее уравнение имеет следующий вид:

метод погони, при котором в каждый момент времени вектор скорости ракеты направлен на цель:

$$\theta = \varphi = 0;$$

метод наведения с постоянным углом упреждения, при котором в течение всего времени полета ракеты до точки встречи угол между вектором скорости ракеты и линией ракета — цель (угол упреждения) остается постоянным:

$$\theta - \varphi = \varphi_{го} = \text{const},$$

где $\varphi_{го}$ — заданный угол упреждения;

метод параллельного сближения, при котором в течение всего времени полета ракеты до точки встречи линия ракета — цель остается параллельной заданному направлению:

$$\varphi = \varphi_0 = \text{const},$$

где φ_0 — угол места (азимут) линии ракета — цель в момент начала самонаведения;

метод пропорционального сближения — метод наведения, при котором в течение всего времени полета ракеты к цели угловая скорость поворота вектора скорости ракеты остается пропорциональной угловой скорости линии ракета — цель:

$$\dot{\theta} = K\dot{\varphi},$$

где $\dot{\theta}$ — угловая скорость поворота вектора скорости ракеты;

$\dot{\varphi}$ — угловая скорость поворота линии ракета — цель;

K — коэффициент пропорциональности.

Параметр управления (сигнал ошибки) характеризует отклонение движения ракеты от траектории, соответствующей принятому методу наведения. Так как все методы самонаведения основаны на измерении углового положения или угловой скорости линии ракета — цель, то сигналом ошибки является разность заданного и измеренного значений угла или угловой скорости.

При $K=1$ и $\theta_0=\varphi_0$ уравнение сводится к условию наведения по методу погони, а при $\theta_0 \neq \varphi_0$ — к наведению с постоянным углом упреждения.

Если $K=\infty$, то для конечных значений $\dot{\theta}$ величина угловой скорости линии ракета — цель $\dot{\varphi}$ равна нулю. Это значит, что при $K = \infty$ выполняется условие наведения по методу параллельного сближения.

Метод пропорционального сближения обеспечивает возможность обстрела цели навстречу и вдогон, причем при заданном коэффициенте K условия стрельбы вдогон более благоприятные с точки зрения кривизны траектории.

§ 6.4. ЗОНЫ ПОРАЖЕНИЯ И ПУСКА

Зона поражения зенитного ракетного комплекса является основной обобщенной характеристикой его боевых возможностей. Она связывает боевую досягаемость зенитной ракеты по высоте, дальности и курсовому параметру с вероятностью поражения цели комплексом.

Зоной поражения зенитного ракетного комплекса называется часть пространства, в пределах которой обеспечивается поражение цели ракетой с вероятностью не ниже заданной.

Размеры зоны поражения ЗРК характеризуются ее границами: дальней, верхней, ближней, нижней и максимальным курсовым параметром.

Дальняя граница определяется: возможностью головки самонаведения по захвату и сопровождению воздушной цели; летными и конструктивно-баллистическими характеристиками ракеты; вероятностью поражения цели одной ракетой не ниже заданной; скоростью ракеты, при которой аэродинамические органы управления эффективны.

Верхняя граница определяется: мощностью излучения цели, при которой головка самонаведения надежно функционирует в момент старта ракеты; постоянством аэродинамических свойств ракеты в нижних и верхних слоях атмосферы; скоростью цели; скоростью ракеты; возможностями двигательной установки; соотношением располагаемых и потребных перегрузок ракеты.

Ближняя граница определяется: соотношением располагаемых и потребных перегрузок ракеты; максимальным углом пуска; наличием участка вывода ракеты на траекторию заданного метода наведения; наличием участка неуправляемого полета ракеты (начальный участок).

Нижняя граница определяется минимальной высотой полета цели, при которой не происходит перезахвата головкой самонаведения линии горизонта или местных предметов и исключается возможность срабатывания неконтактного взрывателя.

Максимальный параметр (боковые границы) определяется той максимальной угловой скоростью линии ракета — цель, при которой ГСН устойчиво следит за целью.

Зона поражения для данной типовой цели представляет собой в пространстве фигуру сложной конфигурации, которую трудно представить и тем более запомнить. Поэтому при рассмотрении зоны поражения берут сечение ее в вертикальной плоскости с курсовым параметром, равным нулю, и горизонтальное сечение на высоте полета цели. На рис. 6.5 показана зона поражения при стрельбе на встречном курсе.

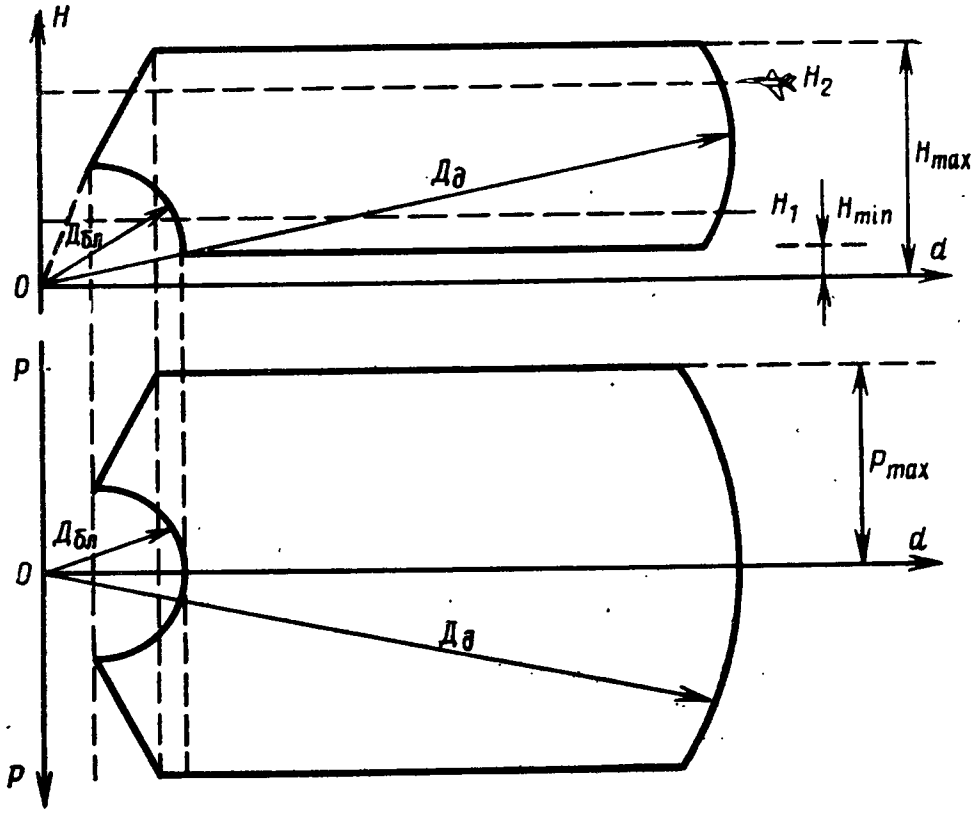


Рис. 6.5. Сечение зоны поражения в вертикальной и горизонтальной плоскостях

Для того чтобы обеспечить поражение цели в какой-то точке зоны поражения, необходимо произвести пуск ракеты в определенный момент. Этот момент будет определяться положением цели в момент пуска ракеты относительно зоны поражения.

Часть пространства, в которой в момент пуска ракеты обеспечивается встреча ракеты с целью в зоне поражения, называется **зоной пуска.**

Ее размеры определяются средней скоростью ракеты до границ зоны поражения. Для определения ближней и дальней границ зоны пуска необходимо знать время полета ракеты до них и скорость цели.

Положения ближней и дальней границ зоны пуска не остаются постоянными, они зависят от скорости полета цели.

Так, для целей, летящих с большими скоростями, зона пуска смещается в сторону больших дальностей. Для медленно летящих целей зоны пуска сокращаются в сторону меньших дальностей. Момент пуска определяется на основании анализа параметров движения цели, основными из которых являются скорость и направление полета.

При преодолении зон ПВО воздушные цели применяют маневр курсом, скоростью и высотой. В этих случаях зона пуска при заданной зоне поражения ЗРК определяется из условия, что при любом возможном (или заданном) маневре цель будет поражена с определенной вероятностью в зоне поражения.

На рис. 6.6 изображены объемно зоны поражения и пуска на встречном курсе.

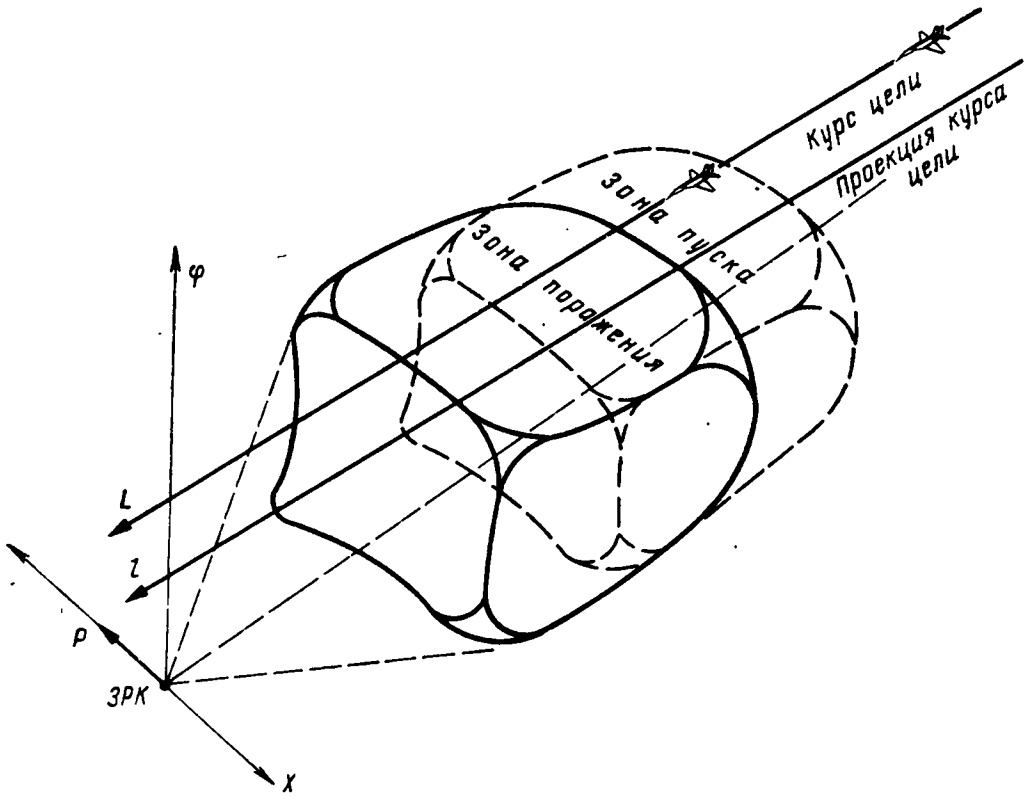


Рис. 6.6. Зоны пуска и поражения:
P — параметр цели; *L* — курс цели; *l* — проекция курса цели на горизонт

При стрельбе по воздушным целям оператору необходимо пространственно представлять зоны поражения и пуска в усредненном виде. Для практики стрельбы он должен знать дальности пуска по различным типам целей и уметь определять эту дальность различными способами. Это достигается тренировкой.

Глава 7

ОГНЕВАЯ ПОДГОТОВКА (БОЕВАЯ РАБОТА) ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ

§ 7.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Задачей стрельбы подразделений, вооруженных зенитным ракетным комплексом «Стрела-10», является уничтожение визуально наблюдаемых воздушных целей.

Выполнение задач стрельбы обеспечивается:

высоким морально-политическим состоянием и отличной огневой выучкой боевого экипажа;

содержанием комплекса в постоянной готовности к стрельбе;

своевременным обнаружением и надежным опознаванием целей;

тщательной подготовкой стрельбы, правильной оценкой и учетом воздушной, фоновой и помеховой обстановки;

твердым знанием и пространственным представлением границ зон пуска и поражения для различных типов целей;

быстрыми и четкими действиями оператора при стрельбе и правильным выбором момента пуска ракеты;

систематическим наблюдением за результатами стрельб и правильным учетом опыта предшествующих стрельб;

твердым знанием и выполнением Правил стрельбы.

Боевая работа и проверка комплекса проводятся при работающем двигателе базовой машины или при питании от внешнего источника. В обоих случаях, а также на марше для подзаряда аккумуляторов должен быть включен выключатель массы аккумуляторных батарей ПУ.

Работа аппаратуры БМ без подзаряда аккумуляторов допускается в аварийном режиме для отражения налета при выходе из строя двигателя и отсутствии внешнего источника питания, при этом в целях уменьшения энергопотребления следует выключить аппаратуру 9С86 и 9С16.

На учебных занятиях и при регламентных проверках изделия 9А35М необходимо соблюдать следующий режим работы приводов наведения:

в учебно-тренировочном режиме при работе по реальным целям привод может функционировать без ограничения времени;

в учебно-тренировочном режиме при отсутствии реальных целей, связанном с приобретением навыков в управлении приводами, работа проводится по циклу: работа в течение 20 мин с последующим перерывом не менее 20 мин.

При боевом использовании комплекса продолжительность работы определяется исходя из реальной обстановки.

В зенитных ракетных комплексах «Стрела-10» предусмотрены следующие режимы работы аппаратуры:

для боевых машин 9А34М2 (9А35М2):

с включенной или выключенной системой автоматизированного целеуказания;

с включенной или выключенной системой помехозащиты ракеты;

в фотоконтрастном или инфракрасном канале работы ГСН;

автоматическое или ручное сопровождение цели и введение углов упреждения;

автоматическое или ручное включение ракет на подготовку;

автоматическая или глазомерная оценка нахождения цели в зоне пуска;

для боевых машин 9А34М (9А35М):

с включенной или выключенной схемой помехозащиты ракеты;

в фотоконтрастном или инфракрасном канале работы ГСН;

автоматическое или ручное включение ракеты на подготовку;

автоматическая или глазомерная оценка нахождения цели в зоне пуска;

автоматическое или ручное сопровождение цели и введение углов упреждения.

Каждая БМ может автономно производить поиск, обнаружение, опознавание и обстрел воздушной цели. Подразделение в составе взвода может производить обстрел одновременно четырех воздушных целей.

Командир подразделения при принятии решения на обстрел учитывает характер цели и условия проведения стрельбы. Характер цели определяется: составом, типом цели; параметрами движения; способом противодействия стрельбе; наличием теплового излучения; местом и значимостью в налете. В зависимости от характера определяется ее важность. Наиболее важными являются цели: групповые; носители ядерного оружия; скоростные; летящие на малых высотах; постановщики тепловых помех; крылатые ракеты; зависающие вертолеты. Для обстрела наиболее важных целей может назначаться несколько боевых машин.

Условия стрельбы определяются: воздушной, фоновой и помеховой обстановкой; метеорологическими условиями; особенностью пусков с места или в движении.

Фоном называется участок небосвода или местности, на котором наблюдается цель.

Фон может быть: однородный — чистое небо или сплошная облачность (большой облачный массив) без разрывов, резких переходов от темных участков к светлым; неоднородный (сложный) —

облака с резко очерченными краями, освещенные солнцем, или облачный массив, имеющий резкие переходы от темных участков к светлым, а также местные предметы, линия горизонта, рельеф местности.

Однородный фон является благоприятным условием для ведения стрельбы, а неоднородный создает фоновые помехи и может привести к захвату ГСН помехи и потере цели.

В зависимости от взаимного расположения БМ на стартовых позициях, возможности управления ими, характера и важности цели, наличия ракет применяются следующие виды огня: огонь одиночными ракетами; залповый огонь.

Огонь одиночными ракетами — вид огня, при котором цели обстреливаются одной ракетой или когда пуск последующей ракеты по одной и той же цели производится после оценки результатов стрельбы предыдущей ракетой. Огонь одиночными ракетами является основным видом огня и применяется по всем типам целей.

Залповый огонь — вид огня, при котором цель обстреливается одновременно несколькими боевыми машинами по команде командира подразделения. Залповый огонь проводится по наиболее важным (маневрирующим, скоростным целям, вертолетам) целям, как правило, двумя БМ, расстояние между которыми не менее 250 м, и при надежном управлении огнем подразделения.

Для обстрела цели залпом назначаются те БМ, которые расположены на линии, пересекающей предлагаемое направление пуска под углом, близким к 90°, с тем чтобы избежать взаимного перехвата ГСН ракет. Кроме того, временной интервал между пусками не должен превышать 0,6 с.

Постановка огневой задачи командиру БМ осуществляется:

целеуказанием (передачей координат цели, направления на цель по сторонам света, по ориентирам на местности или относительно направления движения) по радиосети управления или с использованием системы автоматизированного целеуказания (АЦУ);

назначением ответственного сектора, в котором цель для обстрела выбирается самостоятельно.

При постановке огневых задач дополнительно могут быть указаны тип цели, порядок обстрела, вид огня и расход ракет.

§ 7.2. ПОДГОТОВКА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ К СТРЕЛЬБЕ. СТЕПЕНИ БОЕВОЙ ГОТОВНОСТИ

Подготовка подразделения к стрельбе включает: развертывание в боевой порядок; подготовку командирского пункта и боевых машин к стрельбе; топогеодезическую подготовку; подготовку стрельбы.

Развертывание в боевой порядок производится, как правило, с ходу. В ночных условиях, на пересеченной местности, в сложных метеорологических условиях развертывание в боевой порядок может производиться с места последней остановки.

Для развертывания в боевой порядок с ходу командир подразделения командует: «Боевой порядок в линию (в две линии, колонну), интервал 000, дистанция 000, вперед (вправо, влево, на такой-то ориентир), марш».

По этой команде командирский пункт движется в указанном направлении на пониженной скорости, боевые машины выдвигаются на повышенной скорости и размещаются на указанных интервалах и дистанциях. Для остановки на стартовой позиции командир подразделения (БМ) командует: «Внимание, стой».

Для занятия стартовой позиции с места последней остановки командир подразделения следует на позицию с командирами БМ и водителями транспортных машин, выбирает и указывает места расположения БМ и транспортных машин. После этого командиры БМ и водители транспортных машин самостоятельно, соблюдая меры маскировки, ведут свои машины на указанные места в порядке, определенном командиром подразделения.

Последовательность и объем подготовки БМ к стрельбе зависят от наличия времени, условий обстановки, степени боевой готовности подразделения до занятия стартовой позиции.

При подготовке боевых машин к стрельбе выполняется следующий объем работ: заряжание ПУ; перевод БМ в боевое положение; функциональный контроль; ориентирование.

По команде командира подразделения «Всем (такая-то), зарядить четырьмя» расчеты боевых машин заряжают пусковые установки ракетами из боеукладки или транспортной машины и докладывают командиру подразделения: «Третья заряжена четырьмя, в боеукладке два». Порядок подачи ракет транспортными машинами определяет командир подразделения.

Функциональный контроль может проводиться как при переводе БМ в боевое положение после выполнения команды «К бою», так и самостоятельно для проверки исправности аппаратуры. Время и объем проведения определяет командир подразделения. Для проведения функционального контроля подается команда «Функциональный контроль».

В боевое положение БМ переводится расчетом по команде «К бою». Форма доклада о готовности: «Такая-то к бою готова столькими-то».

После перевода в боевое положение проводится ориентирование БМ по данным ТНА, с помощью буссоли ПАБ-2 по удаленной точке или взаимным визированием. Для ориентирования по ТНА подается команда: «Всем (такой-то), ориентироваться по ТНА». Для ориентирования по буссоли в зависимости от способа ориентирования подается команда «Всем, азимут 00-00, наводить туда-то» или «Всем, веер по буссоли».

По окончании ориентирования командиры БМ докладывают: «Такая-то ориентирована».

После ориентирования командир подразделения подает команду «Отметиться».

Командиры БМ выбирают две-три точки наводки и командуют

оператору: «Отметиться, точка наводки такая-то». Оператор наводит пусковую установку в указанную точку и докладывает: «Такая-то точка наводки, азимут 00-00». Командиры БМ записывают азимуты точек наводки (для контроля ориентирования в дальнейшем) и докладывают командиру подразделения: «Такая-то отметилась». Необходимость отмечания определяет командир подразделения.

Фоновая обстановка влияет на результаты стрельбы. Для проверки оценки фона командир подразделения подает команду «Всем, проверить фон». На БМ операторы оценивают фоновую обстановку, и командиры БМ докладывают: «Такая-то, фон один (два, три)».

Боевые машины могут находиться в различных степенях готовности к открытию огня.

Готовность № 1. Боевые расчеты — на своих рабочих местах. Боевые машины — в боевом положении, заряжены и ориентированы; питание 24 и 28 В включено; люки закрыты; башня расстопорена, аппаратура оценки зоны и тумблер УЧЕБНЫЙ — БОЕВОЙ включены в положение БОЕВОЙ, а пассивный радиопеленгатор — в режиме обнаружения. Расчеты производят поиск целей. Питание на борт ракеты подается после получения целеуказания или обнаружения цели.

Готовность № 2. На боевых машинах находится дежурная смена боевого расчета. Боевые машины — в боевом положении, заряжены, ориентированы и проверены на функционирование; люки, крышки смотровых окон открыты; питание 24 и 28 В выключено; радиостанция Р-123 включена в дежурный прием; тумблер УЧЕБНЫЙ — БОЕВОЙ включен в положение УЧЕБНЫЙ, башня расстопорена; пусковые установки развернуты на середину ответственных секторов. Двигатели базовых машин и агрегаты питания прогреты и выключены.

Готовность № 3. Боевые расчеты находятся в районе стартовой позиции. Боевые машины — в боевом положении, заряжены, ориентированы и проверены на функционирование; питание 24 и 28 В выключено; башня застопорена механическим стопором. Двигатели базовых машин и агрегаты питания прогреты и выключены.

Для назначения или изменения степени боевой готовности боевых машин командир подразделения командует: «Всем, готовность один» или «Первой, готовность один; второй, третьей, четвертой — готовность два».

Необходимо помнить, что в готовность № 2 и 3 после занятия СП боевые машины переводятся только после готовности № 1, когда расчеты убеждаются в исправности аппаратуры и готовности к стрельбе. Неисправная БМ не может находиться в какой-либо степени боевой готовности.

Подготовка командирского пункта проводится одновременно с подготовкой БМ к стрельбе в соответствии с Руководством по боевой работе на комплексах автоматизированного управления войск ПВО СВ (ч. 3, 4, 5).

§ 7.3. ПОДГОТОВКА СТРЕЛЬБЫ. БОЕВАЯ РАБОТА ПРИ ОБСТРЕЛЕ ВОЗДУШНЫХ ЦЕЛЕЙ

Под подготовкой стрельбы понимают совокупность мероприятий, проводимых подразделением в целях выполнения задач стрельбы с наибольшей эффективностью. Подготовка стрельбы является составной частью подготовки подразделения к стрельбе и состоит из предварительной и непосредственной подготовки.

Предварительная подготовка стрельбы начинается с момента объявления готовности № 1 и проводится до получения огневой задачи или самостоятельного обнаружения цели и включает:

перевод в готовность № 1 командирского пункта и боевых машин;

оценку готовности к ведению огня;

оценку воздушной обстановки;

оценку фоновой обстановки.

Оценка готовности к ведению огня проводится командирами боевых машин после включения аппаратуры и ее контроля по докладам операторов. Командир подразделения оценивает готовность подразделения по докладам командиров боевых машин и докладывает старшему начальнику.

Воздушная обстановка оценивается командиром подразделения постоянно. Одной из основных задач командира подразделения является организация разведки воздушного противника. Она ведется непрерывно независимо от степени боевой готовности подразделения.

Фоновая обстановка оценивается командирами БМ постоянно визуальным наблюдением за состоянием фона, а операторами — с использованием боевых ракет. Для исключения возможности пуска при оценке фона необходимо убедиться, что тумблер УЧЕБНЫЙ — БОЕВОЙ находится в положении УЧЕБНЫЙ. При оценке фоновой обстановки определяется, на каких участках небосвода фон однородный, где фоновая обстановка сложная (резко контрастные облака, возможные источники тепловых помех на земле и в воздухе), устанавливаются наиболее выгодные секторы для стрельбы, участки небосвода или местности, в направлении которых стрельба невозможна, а также запретные секторы стрельбы на солнце.

Для оценки фона оператор включает питание 24 и 28 В, нажимает кнопку БОРТ, наводит ПУ на контролируемый участок небосвода, нажимает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до первого упора. При захвате ГСН облака (горизонт) ставит переключатель ФОН в такое положение, при котором ГСН не переходит в режим слежения за контрастными элементами, но происходит захват фоновой помехи при меньшем положении переключателя.

Непосредственная подготовка стрельбы начинается с момента получения огневой задачи (целеуказания) или самостоятельного обнаружения цели и заканчивается пуском ракеты и включает:

поиск, обнаружение и опознавание воздушной цели;

принятие решения на обстрел цели (выбор цели для обстрела);
определение исходных данных для стрельбы;
выбор канала ГСН, режима включения ракет на подготовку и режима помехозащиты ракеты;
выбор способа сопровождения цели и оценки зоны пуска;
захват цели ГСН;
введение углов упреждения;
определение момента пуска и пуск ракеты.

Содержание непосредственной подготовки стрельбы (НПС) включает в себя алгоритм действий оператора при обстреле воздушной цели.

По команде командира подразделения, дающего целеуказание, или самостоятельно оператор разворачивает ПУ в сторону скомандованного азимута и производит поиск цели, при этом угол места пусковой установки должен составлять 1-50—2-00.

При организации поиска необходимо иметь в виду, что вероятность обнаружения цели зависит от величины сектора поиска и времени наблюдения.

Опыт показывает, что при поиске в течение 20 мин в секторе 60° дальность обнаружения истребителя составляет 3—4 км с вероятностью обнаружения, равной 0,3; среднего бомбардировщика — 5—6 км с вероятностью 0,82. При поиске в том же секторе в течение 8—10 мин вероятность обнаружения увеличивается до 0,7 и 0,9 соответственно.

Дальность обнаружения увеличивается при наличии целеуказания и составляет: 5—6 км с вероятностью 0,93 для истребителя; 7—8 км с вероятностью обнаружения 0,98 для бомбардировщика.

Это необходимо помнить командиру подразделения при организации визуальной разведки в подразделении. Поиск производится визуально через защитное стекло башни. При обнаружении цели оператор наводит ПУ на цель по визиру грубой наводки, а затем переходит на сопровождение цели через визирное устройство 9Ш127.

Опознавание цели производится аппаратурой НРЗ, а также визуально по силуэтам и опознавательным знакам цели. Опознавание подразделяется на общее опознавание и контрольное, включение НРЗ производится при нажатии кнопки БОРТ, а включение запроса — при нажатии кнопки СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до первого упора. При наличии резкого звукового сигнала в шлемофоне и загорании одного из светодиодов 4 КМ — 7 КМ — 11 КМ — 15 КМ оператор определяет наличие своей цели. Отсутствие звукового сигнала свидетельствует о том, что цель чужая. Контрольное опознавание производится по решению командира подразделения или самостоятельно, когда внешние признаки отвечающего самолета не соответствуют внешним признакам своих самолетов.

Отсутствие светового и звукового сигналов ответа при общем опознавании и наличие этих сигналов в контрольном опознавании являются признаком чужого самолета.

В случае необходимости пуска без блокировки аппаратуры за-

пуска ракеты по сигналу с НРЗ необходимо отключить ее тумблером БЛ.1РЛ246 на ПО, при этом загорается транспарант БЛ.1РЛ246 ОТКЛЮЧЕНА.

Решение на обстрел цели (выбор цели для обстрела) принимает командир подразделения. Если цель для обстрела не была назначена командиром подразделения, то решение на ее обстрел принимает командир боевой машины (оператор) самостоятельно на основе ранее полученных указаний и результатов оценки воздушной и фоновой обстановки с учетом боевых возможностей комплекса.

При наличии в воздухе нескольких целей, одинаково опасных для прикрываемого подразделения, для обстрела выбирается та из них, по которой не ведут огонь другие средства противовоздушной обороны или условия стрельбы по которой обеспечивают наибольшую эффективность. Если условия стрельбы для всех БМ одинаковы, цель для обстрела выбирается (назначается) в соответствии с правилами выбора.

Правило 1. Выбрать первую слева из ближайших целей. Если цели находятся на одном азимуте, выбрать первую по дальности.

Правило 2. Выбрать вторую слева из ближайших целей. Если цели находятся на одном азимуте, выбрать вторую по дальности.

Правило 3. Выбрать третью слева из ближайших целей. Если цели находятся на одном азимуте, выбрать третью по дальности.

Правило 4. Выбрать четвертую слева из ближайших целей. Если цели находятся на одном азимуте, выбрать четвертую по дальности.

Номера правил выбора цели для каждой боевой машины назначаются командиром подразделения заблаговременно в зависимости от обстановки. Если это не выполнено, номера правил соответствуют номерам боевых машин.

Исходными данными для стрельбы являются тип цели, скорость, высота полета, курсовой параметр и дальность до цели.

Исходные данные для стрельбы необходимы для определения возможности обстрела цели на встречном или догонном курсе, выбора канала ГСН и способа оценки зоны пуска.

Канал работы ГСН выбирается в зависимости от типа и высоты полета цели, уровня освещенности, фоновой обстановки, наличия тепловых (оптических) помех. Фотоконтрастный канал используется для обстрела всех типов целей на встречных и догонных курсах при благоприятной фоновой обстановке.

Инфракрасный канал используется для обстрела целей, излучающих тепловую энергию, при сложной фоновой обстановке, в условиях малой освещенности (туман, дымка, сумерки), а также по целям, летящим под углом места менее 1° над линией горизонта (менее диаметра кольца перекрестия оптического визира).

Для практики целесообразно знать дальности захвата ГСН в фотоконтрастном и инфракрасном каналах. На рис. 7.1 показан

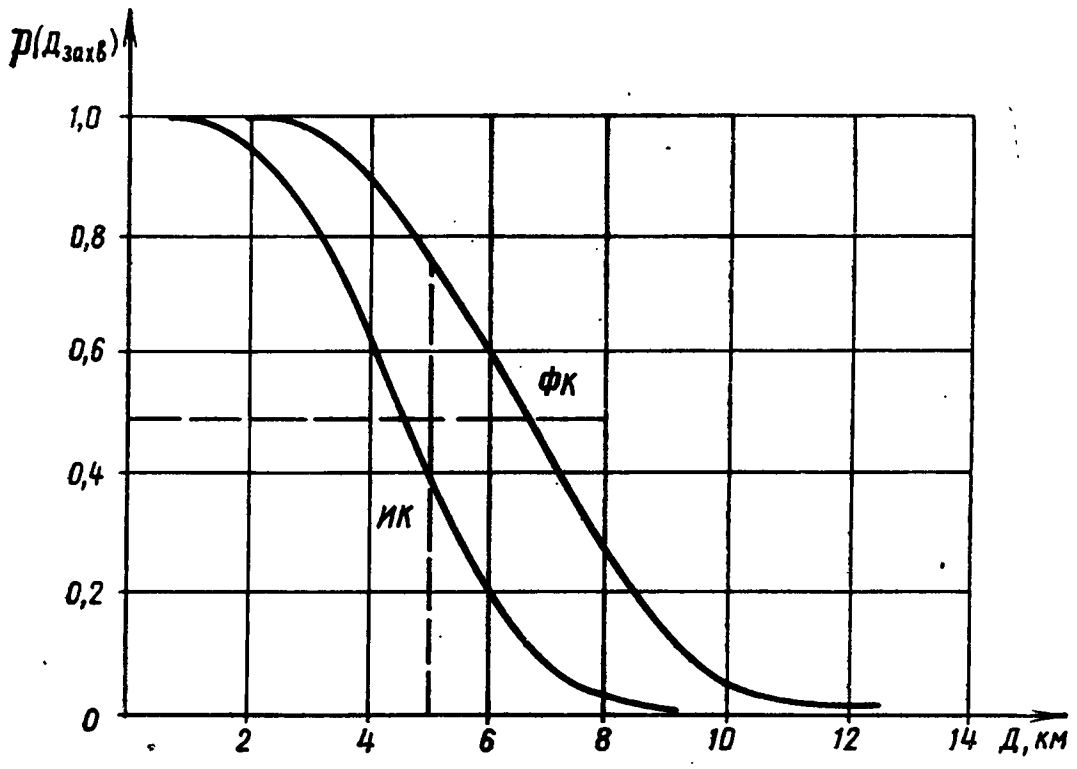


Рис. 7.1. Возможности по захвату цели головкой самонаведения в различных каналах

график зависимости статистической вероятности захвата цели типа Су-7Б от дальности (по данным в/ч 22455).

Используя данную зависимость и возможности визуального обнаружения по дальности, можно сделать практические выводы для экипажей БМ и командира подразделения. Очевидно, что средняя дальность обнаружения целей, которую можно принять 5 км, соизмерима с дальностью захвата цели ГСН с вероятностью 0,7 для фотоконтрастного канала (основного) и 0,4 для инфракрасного канала. Поэтому до момента обнаружения отдельные пункты непосредственной подготовки должны быть уже выполнены. Это объясняется еще и тем, что для повышения эффективности стрельбы (обеспечения пуска второй ракеты) встреча первой ракеты с целью должна произойти на дальней границе зоны поражения. Для того чтобы выполнить это условие, необходимо своевременно обнаружить цель на дальности $Д_{обн} \geqslant 5000 + V_ц(t_\Sigma + t_р)$,

где 5000 — дальняя граница зоны поражения, м;

$V_ц$ — скорость цели;

t_Σ — суммарное работное время расчета;

$t_р$ — время полета ракеты до дальней границы зоны поражения.

С учетом того, что командир подразделения должен подать команду на поиск, удаление рубежа постановки задач от стартовой позиции боевых машин будет составлять 11—12 км. За время подлета цели на дальность визуального обнаружения можно вы-

полнить следующие мероприятия: опознавание цели с использованием НРЗ, выбор канала ГСН и режима включения ракет на подготовку.

Режим включения ракет на подготовку выбирается в зависимости от канала работы ГСН и типов используемых ракет. Основным режимом подготовки ракет является автоматический.

Ручной режим используется, когда питание на борт ракеты необходимо подавать заранее (до обнаружения цели), при несходе одной из ракет, при работе в инфракрасном канале или одновременном нахождении на пусковой установке ракет 9М37 (9М37М) и 9М31М. Оценка нахождения цели в зоне пуска осуществляется с использованием аппаратуры оценки зоны или глазомерно. Использование аппаратуры оценки зоны производится при стрельбе ракетами 9М37 и 9М37М с места или короткой остановки.

Момент входа цели в зону пуска определяется по загоранию лампы ЗОНА в поле зрения визирного устройства.

Глазомерная оценка нахождения цели в зоне пуска производится при неисправности аппаратуры оценки зоны, использовании ракет 9М31М, ведении стрельбы в движении, а также при стрельбе по целям, летящим под углом места над линией горизонта менее 1°. Глазомерная оценка нахождения цели в зоне пуска осуществляется сравнением видимых размеров цели и кольца перекрестия оптического визира. Цель находится в зоне пуска, если видимый ее размер составляет от трети до одного радиуса кольца перекрестия визирного устройства (применение формулы тысячной).

Кроме того, возможности ГСН по захвату цели, приведенные ранее, показывают, что головка самонаведения захватывает цель на дальней границе зоны поражения. Поэтому при наличии захвата цели ГСН необходимо сразу же производить пуск ракеты.

Сопровождение цели осуществляется, как правило, в ручном режиме. Автоматический режим используется при работе без аппаратуры оценки зоны, благоприятной фоновой обстановке, отсутствии тепловых (оптических) помех. При этом блокировка пуска от аппаратуры оценки зоны отключается.

Признаком, свидетельствующим о выходе ГСН на режим, является наличие звука высокого тона в шлемофонах оператора, командира и механика-водителя примерно через 5 с после нажатия кнопки БОРТ.

Пусковая установка наводится так, чтобы цель оказалась в кольце-перекрестии визира. Оператор нажимает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до первого упора и удерживает ее. По характерному звуку в шлемофоне и сопровождению цели следящей маркой он убеждается в надежном захвате.

При входе цели в зону пуска оператор нажимает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до второго упора и удерживает ее до схода ракеты. Тон звука в шлемофоне начинает изменяться с частотой около 5 Гц. ПУ автоматически отрабатывает угол упреждения и через 1 с тормозится. После торможения ПУ ракета стартует,

исчезает звук ГСН, гаснут транспаранты с номером работающего поста и БОРТ. Ввод упреждения происходит автоматически независимо от индекса ракеты при исправном вычислителе упреждений. При неисправности ВУ ввод упреждения производится оператором вручную.

Боевая работа при обстреле воздушных целей

При получении целеуказания от командира подразделения или обнаружении цели с помощью радиопеленгатора командир БМ командует: «По самолету, азимут 00-00 (над таким-то, сектор 00), поиск».

По этой команде оператор разворачивает ПУ в указанном направлении и производит поиск воздушной цели через защитное стекло.

В боевых машинах модификации М2 целеуказание осуществляется путем автоматического разворота ПУ в сторону цели. В этом случае данные от пассивного радиопеленгатора не используются, так как световая индикация на указателе азимута и оптическом визире автоматически отключается от аппаратуры ПРП 9С16 и подключается к аппаратуре реализации целеуказаний 9В180. Обнаружив цель, оператор докладывает: «Есть цель, азимут 00-00». Нажимает кнопку БОРТ. На пульте оператора загорается транспарант БОРТ.

В условиях плохой видимости, пересеченного рельефа местности, когда цель может быть обнаружена на малых дальностях, кнопку БОРТ оператор нажимает до обнаружения цели. Непрерывная работа ракеты допускается в течение 10 мин, повторное включение — через 30 мин, а третье включение — после двухчасового перерыва. При необходимости пуска включение может производиться в любое время.

Используя визир грубой наводки, оператор наводит ПУ на цель, производит точное прицеливание, совмещая кольцо-перекрестие визирного устройства с целью, и удерживает его в пределах контура цели. Нажимает до первого упора и удерживает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК. Производит захват цели, при этом происходит автоматическое опознавание цели. В шлемофоне появляются характерные звуки, свидетельствующие о захвате цели ГСН и опознавании (если цель своя).

Если следящая марка уходит от цели или характерный звук исчезает, это означает, что ГСН «не следит» за целью. В этом случае оператор отпускает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК и повторяет операцию по захвату цели ГСН. В случае неоднократного сброса цели ГСН оператор переходит в ИК-канал работы ГСН. Для этого тумблер ОХЛАЖДЕНИЕ на левой рукоятке ПН устанавливает в положение ВКЛ. и не более чем через 40 с производит пуск ракеты. Если пуск ракеты не произведен, допускается повторное включение тумблера ОХЛАЖДЕНИЕ. Использование этой ракеты в ФК-канале возможно после получасового перерыва.

При надежном захвате цели ГСН оператор докладывает командиру БМ: «Есть захват».

Командир БМ командует: «Пуск».

При использовании аппаратуры оценки зоны в поле зрения визира загорается лампа ЗОНА. Оператор нажимает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК до второго упора и удерживает ее до схода ракеты. После схода ракеты оператор отпускает кнопку СЛЕЖЕНИЕ — ПУСК. По загоранию транспарантов БОРТ и 2 и появлению в шлемофоне звука от ГСН он определяет готовность к пуску очередной ракеты.

Командир боевой машины по окончании обстрела цели докладывает командиру подразделения о результатах стрельбы и расходе ракет: «Такая-то, цель уничтожена (не уничтожена) одной (двумя)».

Для переноса огня на другую цель по команде командира подразделения «Всем (таким-то), азимут 00-00, дальность 00 (над таким-то), поиск» операторы разворачивают ПУ в указанном направлении и производят поиск.

§ 7.4. СТРЕЛЬБА ПО ВОЗДУШНЫМ ЦЕЛЯМ В ДВИЖЕНИИ

Зенитное подразделение, совершая марш в составе общевойскового подразделения, должно обеспечить прикрытие его от ударов с воздуха.

На марше важное значение приобретает визуальная разведка, которую должны вести все расчеты боевых машин.

Возможности визуальной разведки по обеспечению боевых действий зенитного подразделения зависят прежде всего от характера действий авиации и видимости. При этом особое внимание обращается на своевременное и точное опознавание самолетов и вертолетов в воздухе. Так как современные боевые самолеты имеют много сходного в конструкции, то умение опознавать их при большой скорости полета — сложная задача, которая требует хорошей натренированности личного состава. Визуальная разведка дополняет радиолокационную прежде всего на малых высотах, поэтому разведчик должен искать воздушного противника на горизонте, обращая особое внимание на направления возможных скрытых подходов авиации.

Для получения целеуказания в движении в виде азимута необходимо до начала марша подготовить и включить аппаратуру навигации (ТНА-3).

Успешное отражение удара авиации по войскам на марше обеспечивается высокой степенью боевой готовности зенитного подразделения. Степень готовности в каждом конкретном случае устанавливается с учетом обстановки, времени суток и возможных дальностей обнаружения воздушного противника.

При стрельбе в движении аппаратура оценки зоны не используется. Скорость движения БМ при пусках зависит от дорожных условий и может достигать 30 км/ч.

Ввиду того что дальность обнаружения уменьшается, воздушные цели будут обстреливаться в основном у ближней границы зоны поражения.

Порядок работы оператора при обстреле цели в движении мало отличается от стрельбы с места. При самостоятельном обнаружении цели производится опознавание, определение исходных данных, момента пуска и пуск ракеты. Остальные БМ о местоположении цели ориентируются по дымному шлейфу стартовавшей ракеты.

При возможности пуск ракет производится с короткой остановки.

§ 7.5. СТРЕЛЬБА В УСЛОВИЯХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ

Стрельба в условиях помех является наиболее вероятным случаем стрельбы по воздушным целям.

Воздушный противник создает тепловые (оптические) помехи головкам самонаведения в целях обеспечения преодоления зоны ПВО, уменьшения эффективности стрельбы средств ПВО, обеспечения эффективного использования авиации на малых и средних высотах.

Для выполнения этих задач авиация противника использует организованные и неорганизованные помехи.

К организованным помехам относятся ИК-генераторы, оптико-квантовые генераторы (лазерные), лампы накаливания, фары, ракеты, снаряды, радиолокационные помехи АОЗ, ложные цели и ловушки, аэрозоли, световозвращатели.

К неорганизованным помехам относятся дымы, пожары, местные предметы, облака, дождь, туман, снегопад, трассы снарядов, ракет.

Признаком применения тепловых (оптических) помех являются:

отделение от цели видимой помехи (отстрел помехи вверх, вниз, в переднюю или заднюю полусферу);

медленный упорядоченный уход подвижной марки оптического визира от цели при отсутствии в поле зрения видимых помех (при применении визуально ненаблюдаемых ложных целей);

быстрый беспорядочный уход подвижной марки от цели при отсутствии в поле зрения видимых помех (применении излучений бортовых ИК-генераторов);

искусственное замутнение пространства в секторе стрельбы (при применении дымовых и аэрозольных завес).

Ложные цели представляют собой искусственные источники светового и ИК-излучения, энергетические и спектральные характеристики которых близки к подобным характеристикам воздушных целей. Они создаются сбрасыванием (выстреливанием) с самолета, вертолета пиротехнических и газовых источников излучения, дуговых ламп-вспышек с использованием парашютов и без них. Темп постановки помех меняется от одной до нескольких секунд.

Тепловые (оптические) помехи, нарушающие работу приемника системы самонаведения (излучение бортовых ИК-генераторов), применяются с борта самолета, вертолета, ракеты-ловушки, запускаемой и управляемой с самолета и выдерживающей одинаковый с ним курс.

Аэрозольные образования (аэрозоли) представляют собой газовую среду, насыщенную взвешенными мельчайшими частицами разнообразных веществ. В зависимости от величины частиц и агрегатного состояния аэрозоли делятся на дымы, туманы и пыль.

Дымовые завесы могут ставиться с использованием специальных авиационных бомб, снарядов, выливанием (разбрызгиванием) дымообразующих веществ с помощью специальных приборов.

Атмосферные осадки (дождь, снег, туман), а также пылевые облака и дымовые завесы затрудняют поиск, обнаружение цели и приводят к уменьшению дальности действия ГСН и тем самым уменьшают эффективность комплекса.

Местные предметы и линия горизонта, кучевые облака при их попадании в поле зрения ГСН могут привести к потере цели и наведению на них ракеты.

Влияние пожаров на стрельбу аналогично влиянию местных предметов и линии горизонта. Необходимо помнить, что при пожарах световое и тепловое излучения значительно больше. Источником теплового излучения является даже столб дыма над очагом пожара. Поэтому в направлении больших очагов пожара пуск производить не рекомендуется.

Снопы трасс зенитных пушек, факелы зенитных ракет, дымовые шлейфы ракет, сигнальные ракеты по силе излучений соизмеримы с соответствующими характеристиками воздушной цели. Появление их в поле зрения ГСН может привести к потере цели и захвате помехи.

Уменьшение влияния трасс снарядов, шлейфов (факелов) ракет на стрельбу обеспечивается рациональным выбором стартовых позиций БМ.

Действия оператора при пуске в условиях помех зависят от того, какие ракеты находятся на направляющих ПУ. При наличии на направляющих ракет 9М31М и 9М37 защита от помех определяется действиями оператора при пусках ракет. Пуск ракеты производится в ФК-канале на встречном курсе при интервалах между сбросами помех не менее 6 с, а в неблагоприятной фоновой обстановке — на догонных курсах в ИК-канале при интервалах между сбросами помех не менее 4 с.

При наличии на направляющих ракет 9М37М используется схема селекции помех. Стрельба ведется на встречном курсе в ФК-канале независимо от темпа сброса помех. Оператор включает плату селекции помех (ПСП), поставив переключатель режимов в положение ВКЛ. При движении помехи (отстреле) вверх переключатель ставится в положение ДПВ. При движении цели на фоне неподвижных помех (сброшенных на парашютах) переключатель

ставится в положение НП (неподвижная помеха). При отстреле помех вниз переключатель ставится в положение ДП.

После выполнения операции прицеливания при наличии помех оператор ставит переключатель режимов в одно из трех положений. Убеждается в надежности отстройки ГСН от помех и производит пуск ракеты.

При неблагоприятной фоновой обстановке стрельба ведется в ИК-канале на догонном курсе при наличии помех также с использованием схемы селекции помех.

Пуск ракеты без оценки надежности отстройки ГСН от помех производится при темпах сброса помех более 5 с или при малых ракурсных углах (цель и помехи длительное время находятся внутри следящей марки).

Стрельба по целям, действующим под прикрытием тепловых (оптических) помех типа «ложная цель», ведется на участках курса, где исключается одновременное попадание цели и помех в поле зрения ГСН. При отсутствии участков, свободных от помех, стрельба ведется как по постановщику помех.

Стрельба в сложной фоновой обстановке ведется в ИК-канале, а по целям, не излучающим тепловую энергию, в ФК-канале на участках, свободных от фоновых помех, при ручном сопровождении цели.

При действиях группы самолетов, в составе которой постановщик помех, в первую очередь обстреливается постановщик помех. Если стрельба по постановщику помех невозможна, обстреливаются цели, лежащие под прикрытием помех. При этом производится целераспределение.

§ 7.6. УПРАВЛЕНИЕ ОГНЕМ

Управление огнем является составной частью управления боевыми действиями частей и подразделений ПВО с целью обеспечить наиболее полное использование их огневых возможностей.

Сущность управления огнем заключается в непрерывном и целенаправленном информационном воздействии органов управления на управляемый объект.

Основной задачей управления огнем является наиболее полное использование возможностей комплекса при отражении налета воздушного противника.

Управление огнем должно быть твердым, гибким, непрерывным.

Твердость управления заключается в настойчивом проведении в жизнь принятого решения для полного и точного выполнения боевой задачи в назначенный срок.

Твердость управления находится в прямой зависимости от степени подготовленности и личных качеств командира, особенно от его смелости, решительности и настойчивости.

Гибкость управления выражается в быстром реагировании на изменение воздушной обстановки, в своевременном уточнении или изменении принятого ранее решения.

Настойчивое выполнение принятого решения осуществляется, пока оно обеспечивает достижение намеченной цели. Если это решение перестает соответствовать тем конкретным условиям, то дальнейшее проведение его в жизнь вызовет потери в силах, средствах, времени. Непременным условием достижения гибкости управления является постоянный контроль за выполнением поставленной задачи, быстрый сбор и анализ данных о воздушном противнике.

Непрерывность управления заключается в своевременном принятии решения, быстром доведении задач до подчиненных, поддержании надежной связи со старшим начальником и подчиненными, своевременном докладе и постоянном оповещении подчиненных и соседей о воздушной и наземной обстановке.

Непременным условием достижения непрерывности управления является постоянное знание обстановки и предвидение наиболее существенных ее изменений. Знание и глубокий анализ условий, в которых протекает боевая деятельность подразделений, позволяют командиру верно направлять их усилия на преодоление встречающихся трудностей в ходе боя.

Успешное управление огнем достигается: четкой организацией и непрерывностью ведения разведки воздушного противника; постоянной готовностью подразделения к отражению налета авиации противника; бесперебойно действующей связью; правильным принятием решения на отражение воздушного противника; своевременной постановкой огневых задач и контролем за их выполнением; точным и быстрым выполнением команд и распоряжений по управлению огнем.

Процесс управления огнем представляет собой сложный комплекс мероприятий и действий. Совокупность этих мероприятий и действий может быть охарактеризована как определенная последовательность выполнения задач боевыми расчетами пункта управления старшего начальника и батарейного командирского пункта при управлении огнем подразделения. Своевременное и качественное их выполнение способствует надежному уничтожению противника в зоне поражения комплекса.

В общем случае управление огнем включает: перевод подразделения в готовность № 1; уяснение огневой задачи; оценку обстановки; принятие решения на уничтожение воздушного противника; постановку огневых задач подразделению (БМ); контроль за выполнением огневых задач, оценку результатов стрельбы; контроль за расходом боеприпасов и своевременное пополнение их, постоянное поддержание боевой готовности подразделения.

Стрельба по воздушным целям ведется по команде командира взвода или самостоятельно с таким расчетом, чтобы обеспечить максимальную эффективность и экономичность стрельбы.

Работа командира подразделения после получения огневой задачи от старшего начальника осуществляется в последовательности, показанной на схеме (рис. 7.2).

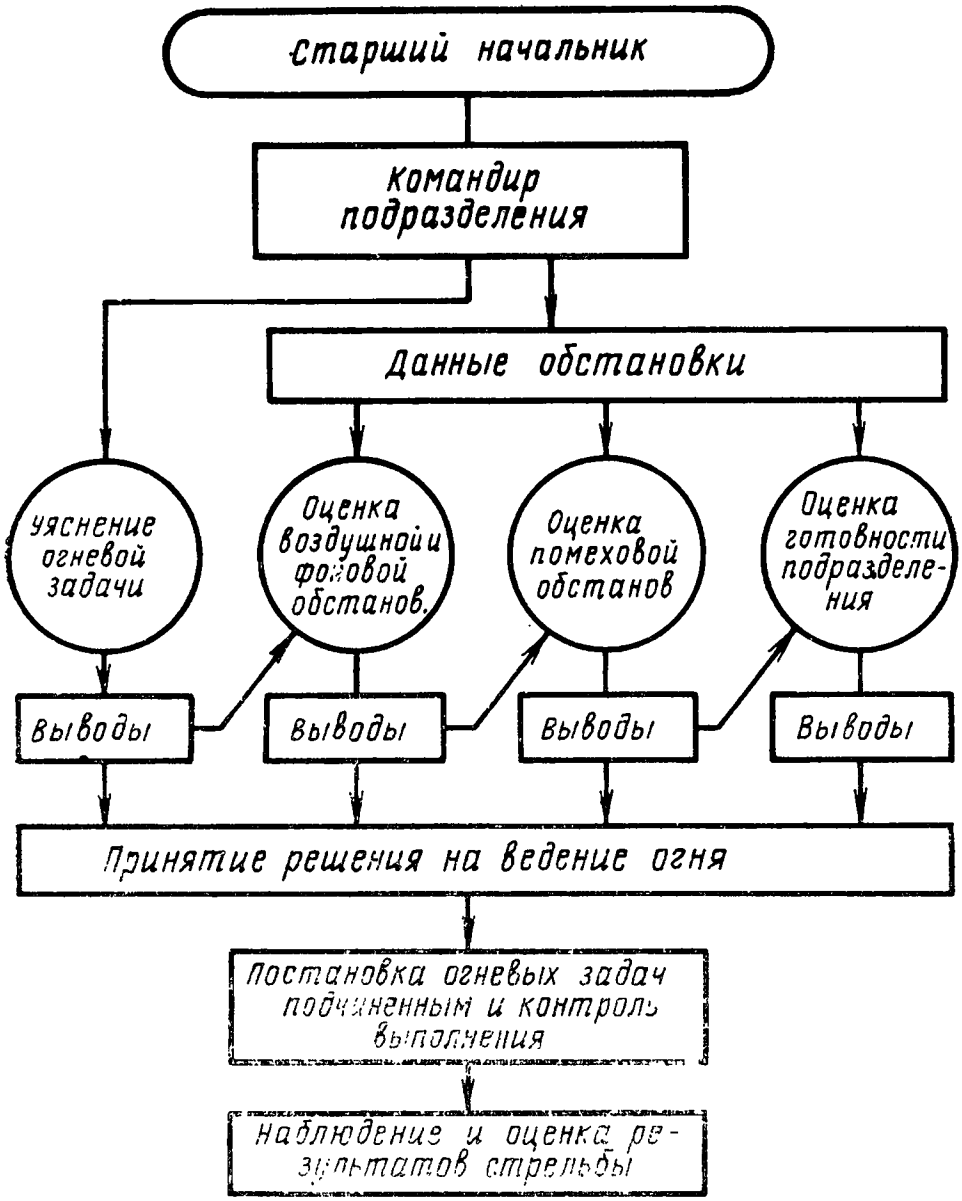


Рис. 7.2. Работа командира при управлении огнем

Огневая задача — приказ на уничтожение цели, указанной старшим начальником. В результате уяснения огневой задачи командир определяет, какие цели должны быть уничтожены в первую очередь.

В результате оценки воздушной и фоновой обстановки командир подразделения определяет: местоположение цели, состав цели, характер и параметры движения ее; цели, которые могут войти в зону поражения; виды противодействия, применяемые целью; виды помех и возможные меры по снижению эффективности их воздействия; воздействие других средств ПВО по целям; на каких участках небосвода фон однородный и сложный; где наиболее благоприятные секторы для стрельбы, а также запретные секторы.

Необходимую информацию о воздушной и фоновой обстановке командир подразделения доводит до расчетов, которые в дальнейшем самостоятельно оценивают воздушную и фоновую обстановку.

При оценке готовности подразделения к стрельбе командир устанавливает количество готовых к стрельбе БМ, расположение их на местности и количество ракет на БМ, а также возможность пополнения ракетами в ходе боевых действий.

Глава 8

МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ ПО БОЕВОЙ РАБОТЕ

§ 8.1. ПОРЯДОК ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЯМ

Боевая работа на комплексе организуется и проводится на основании приказов и директив министра обороны СССР, организационных указаний по боевой подготовке, программы боевой подготовки.

Современные условия ведения боя с воздушным противником, ограниченные сроки освоения сложной боевой техники и вооружения требуют постоянного совершенствования методов обучения расчетов боевых машин и слаживания зенитных подразделений.

Обучение личного состава — это организованный и целенаправленный процесс познавательной и служебно-боевой деятельности, охватывающий совместную работу обучаемых и обучающих по овладению системой знаний, навыков, умений и формированию морально-боевых качеств, необходимых для успешной вооруженной защиты интересов социалистического Отечества.

Организатором обучения и воспитания является командир подразделения. Выступая как педагог и воспитатель, он решает важнейшую задачу — подготовить солдат к успешным действиям в современном бою.

Задачами обучения по боевой работе являются:

подготовка солдат к правильному и четкому выполнению своих функциональных обязанностей при боевой работе;

совершенствование знаний и навыков в боевой работе;

воспитание смелости, решительности, инициативы и находчивости при решении задач по уничтожению воздушного противника;

слаживание расчетов (взвода) для стрельбы по воздушным целям в сложной обстановке современного боя.

Для успешного проведения занятий с солдатами руководителю недостаточно тех сведений, которые он получит на показном или инструкторско-методическом занятии. Он должен четко знать программу подготовки солдат в целом. По каждому занятию он должен уяснить тему занятия, цель его, продумать порядок проведения. При подготовке к занятию руководитель должен тщательно

изучить статьи наставлений, уставов, инструкции по боевой работе, материальной части, учебные пособия. Особое внимание обратить на тренировку в выполнении приемов, операций, действий, которые должны быть показаны обучаемым. Уяснить основные учебные вопросы, определить и подготовить место проведения занятия, составить план-конспект.

Если для проведения занятия нужны помощники, то необходимо за день до занятия назначить и проинструктировать их.

Структурная схема подготовки руководителя занятия показана на рис. 8.1.

В процессе подготовки к занятию руководитель не должен ограничиваться изучением только определенных разделов пособий. Необходимо использовать вспомогательную литературу. Изучив материал занятия, руководитель определяет основные учебные вопросы, количество и объем которых должны соответствовать цели занятия и учебному времени.

Местом проведения занятия может быть парк, огневая позиция или поле.

В процессе подготовки к занятию руководитель составляет план-конспект, в котором основное внимание уделяется последовательности и методике отработки учебных вопросов. Его объем не должен быть большим, с подробным описанием операций, приемов и действий, так как это изложено в инструкциях, которыми пользуются на занятиях.

Организация и проведение занятий могут и должны быть различными. Программа боевой подготовки предусматривает раздельное и совместное обучение с указанием количества учебных дней в каждом периоде обучения. Основой раздельного обучения является одиночная подготовка.

В период одиночной подготовки занятия организуются так, чтобы номера расчетов изучали и усваивали обязанности в определенной последовательности. При организации занятий необходимо дать ясное представление о роли номера расчета в процессе ведения боевой работы. В этот период руководитель не должен исключать элементы боевого слаживания расчета.

Построение занятия определяется целью, которая должна быть достигнута на данном занятии. Руководитель должен четко представлять ее и добиваться в ходе занятия от обучаемых. При этом необходимо помнить, что занятия на одну и ту же тему в различных стадиях обучения могут иметь различные цели.

К концу занятия каждый номер расчета должен изучить свои приемы и действия по боевой работе. Для удобства обучения приемы и действия, составляющие содержание занятия, могут быть разделены на отдельные элементы.

При наличии ошибок в действиях обучаемых руководитель добивается немедленного устранения их. При необходимости он снова показывает, как выполняется тот или иной прием, и подает команду на его повторение. На этом этапе руководитель должен очень внимательно следить за действиями обучаемых.

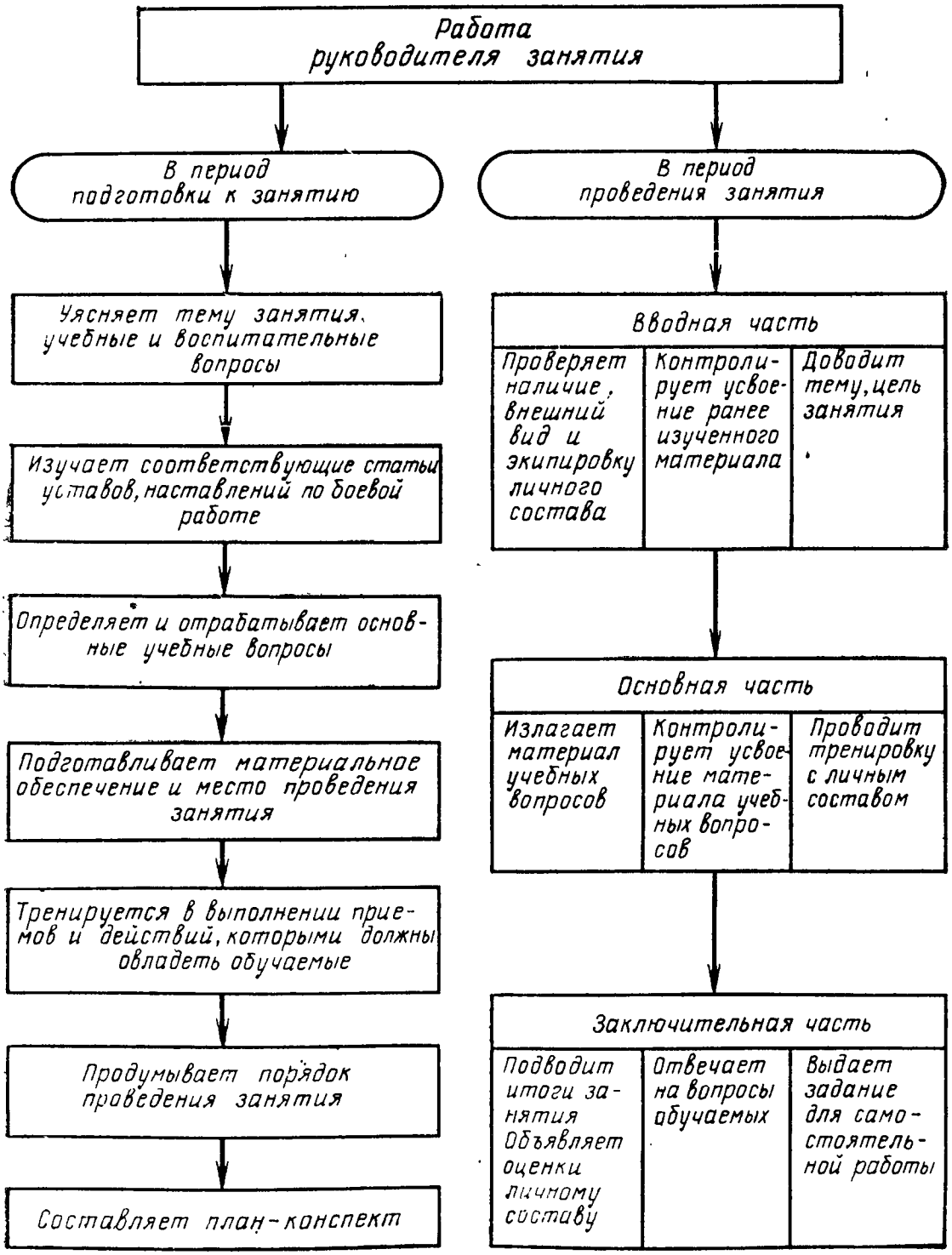


Рис. 8.1. Схема подготовки руководителя занятия

Прочность усвоения проверяется постановкой вопросов либо практическим выполнением приема. Так как боевая работа имеет конкретный характер и результат, то необходимо требовать практического выполнения приемов.

На каждом занятии необходимо предусмотреть повторение пройденного материала в течение 10—20 мин. Повторение пройденного материала можно проводить и в процессе изложения нового.

Занятие должно заканчиваться кратким разбором действий номеров расчета с объявлением оценки каждому обучаемому. Оценка действий обучаемых регламентируется нормативами по боевой работе и правильностью выполнения операций в соответствии с Правилами стрельбы.

Для оценки обучаемых на первом этапе необходимо выработать критерий оценки. За исходную оценку принимается пять баллов. В процессе боевой работы руководитель снижает оценку за невыполнение своих обязанностей.

Выработка критерия оценки — элемент сложный. В нем должны участвовать опытные руководители занятий на основе анализа тематики занятий.

На втором этапе обучения руководитель добивается слаженности подразделения в целом.

На этом этапе оценка расчета, подразделения определяется нормативными показателями.

Руководитель занятия должен быть образцом для обучаемых. Команды на занятиях должны подаваться четко, энергично, что способствует их четкому выполнению. Для поддержания постоянного внимания у обучаемых не следует говорить слишком долго, останавливаться на несущественных деталях. Обучаемый должен четко действовать по командам. Поэтому на боевой работе следует придерживаться принципа: команда — действие.

§ 8.2. МЕТОДИКА ТРЕНИРОВКИ ОПЕРАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СРЕДСТВ

Большое значение при обучении номеров расчета имеют учебно-тренировочные средства (УТС).

К учебно-тренировочным средствам относятся тренажеры, различного вида имитаторы, макеты, электрифицированные стенды, разрезные и учебные образцы вооружения.

Унифицированный тренажер операторов (стрелков-зенитчиков) 9Ф624 (9Ф616М1). Предназначен для проведения комплексных тренировок операторов (стрелков-зенитчиков) без использования боевой техники и реальных полетов авиации в целях привития навыков в обнаружении, захвате, сопровождении цели и определении момента пуска ракеты. Обеспечивает имитирование целей типа F-105, B-52, B-57 с характеристиками: V — до 420 м/с; $H = 800$—1000 м; $H = 25$—600 м; $H = 100$—600 м; $Д = \pm 10$ км.

Учебная ракета 9М37 (9М31М) с действующей бортовой аппаратурой в контейнере 9Ф918. Предназначена для обучения операторов приемам боевой работы по реальным и имитированным целям без пусков боевых ракет в полевых условиях. Обеспечивает отработку операций поиска, обнаружения и захвата цели, оценку сигналов с ГСН и определение момента пуска.

Габаритно-весовой макет ракеты 9М37 в контейнере 9Ф83. Предназначен для отработки расчетами БМ навыков в

обращении с ракетами и для тренировок в выполнении нормативов боевой работы при заряжании и разряжании БМ.

Учебно-тренировочная аппаратура НРЗ 1РЛ246 (1РП917). Предназначена для привития операторам ЗРК «Стрела-10» навыков в работе на НРЗ 1РЛ246 по определению государственной принадлежности воздушных целей. Обеспечивает работу органов контроля и сигнализации аналогично боевым запросчикам в соответствии с программой, задаваемой на методическом пульте. Работает совместно с тренажерами 9Ф624 и 9Ф616М1.

Имитатор воздушных целей 9Ф922. Предназначен для обучения и тренировки операторов комплекса в полевых условиях приемам боевой работы в реальной боевой обстановке без полетов самолета. Позволяет проводить тренировку в визуальном определении типов целей, параметров движения, захвата, сопровождения и пуска ракет.

Аппаратура контроля оператора 9Ф75. Предназначена для объективного контроля действий оператора при проведении боевых и учебных стрельб. Позволяет контролировать: углы упреждения; режимы «Вперед — назад», «Вверх — вниз»; время прицеливания; анализ качества слежения; команды «Борт», «Слежение», «Пуск»; сигнал «Зона».

Программой боевой подготовки предусмотрено в каждом периоде обучения раздельное (1,5 месяца) и совместное (3,5 месяца) обучение. В соответствии с этим руководитель должен продумать порядок использования УТС в процессе обучения.

Необходимость одиночной подготовки операторов вытекает из их особой роли при выполнении боевой задачи, особенно при проведении предварительной и непосредственной подготовки стрельбы.

Одиночную подготовку операторов целесообразно проводить в составе специальных групп, создаваемых в масштабе взвода. В состав этих групп включаются и командиры БМ, которые должны быть готовы в любое время выполнить боевую задачу в роли операторов БМ.

Целью одиночной подготовки операторов является привитие им твердых навыков в боевой работе при ведении огня по реальным воздушным целям (самолетам, вертолетам) в условиях сложной воздушной и помеховой обстановки, отработке нормативов, учебных и боевых задач Курса стрельб.

Одиночная подготовка должна проводиться с широким использованием УТС: в классе — унифицированного тренажера 9Ф624, на полевых занятиях — габаритно-весовых макетов, учебно-действующих ракет, имитаторов цели и помеховой обстановки, средств объективного контроля за действиями операторов.

Одиночная подготовка операторов по отработке приемов боевой работы на тренажере 9Ф624, особенно при проведении непосредственной подготовки стрельбы, не может ограничиваться только временем, отведенным на огневую подготовку в соответствии с Программой боевой подготовки.

Для поддержания у операторов устойчивых практических на-

выков в боевой работе необходимо проводить тренировки не менее двух раз в неделю продолжительностью 20—30 мин. Для этого использовать время для тренажей и самостоятельной подготовки.

В результате одиночной подготовки операторы должны:

знать: объем и последовательность мероприятий, проводимых при подготовке комплекса к стрельбе при предварительной и непосредственной подготовке стрельбы; правила стрельбы по воздушным целям;

уметь: готовить свое рабочее место к работе; устанавливать органы управления в исходное положение, включать питание на ПУ и проводить проверку функционирования аппаратуры; вести поиск и обнаружение воздушной цели; определять параметры движения цели и границы зоны пуска; выполнять предпусковые и пусковые операции; проводить пуски по неманеврирующим и маневрирующим целям в условиях помех.

Как отмечалось ранее, на этапе одиночной подготовки не упускаются из внимания вопросы слаживания расчета, постепенного и настойчивого обучения управлению огнем.

При совместном обучении основное внимание уделяется вопросам слаживания расчетов в составе взвода. Целью слаживания является обучение их согласованным действиям во всех видах боевых действий прикрываемых войск.

Слаживание и тренировка расчетов БМ в стрельбе в составе взвода, как правило, ведутся с использованием реальных полетов авиации. Программа боевой подготовки предусматривает в конце периода обучения выезд в район интенсивных полетов самолетов ВВС и ГВФ. Такие выезды должны быть обеспечены УТС для решения поставленных перед взводом задач. Используются учебно-действующие ракеты, аппаратура контроля 9Ф75 и имитаторы помех. В этот период идет интенсивная тренировка взвода в выполнении задач Курса стрельб согласно разработанной методике.

В ходе отработки вопросов стрельб зенитного ракетного взвода по воздушным целям происходит дальнейшее углубление знаний функциональных обязанностей номеров расчета и их тренировка. Наиболее интенсивно используются в этот период учебно-действующие ракеты.

РАЗДЕЛ III
ТАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Глава 9
БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО ВЗВОДА

§ 9.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННАЯ СТРУКТУРА ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО ВЗВОДА

Зенитный ракетный взвод, вооруженный зенитным ракетным комплексом ближнего действия «Стрела-10», является тактико-огневым подразделением. Он входит в состав зенитной ракетно-артиллерийской батареи зенитного дивизиона мотострелкового (танкового, парашютно-десантного) полка и предназначен для непосредственного прикрытия общевойсковых подразделений и малоразмерных (КП, ПУ, железнодорожных узлов и т. д.) объектов от разведки и ударов воздушного противника путем уничтожения в полете его самолетов, вертолетов, крылатых ракет, воздушных десантов и аэромобильных войск.

Боевые действия зенитный ракетный взвод обычно ведет в составе зенитной ракетно-артиллерийской батареи, а при необходимости может действовать самостоятельно и способен выполнять следующие задачи:

прикрывать от ударов воздушного противника с предельно малых, малых и средних высот общевойсковые подразделения во всех видах боевых действий, на марше, при перевозках железнодорожным и водным транспортом и при расположении их на месте, парашютно-десантные подразделения в районах сосредоточения, высадки (десантирования) и при действиях их в тылу противника;

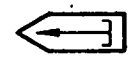
отражать удары воздушного противника по пунктам управления, мостам, переправам через водные преграды, узлам дорог, горным проходам и перевалам, огневым и стартовым позициям ракетных войск и артиллерии и другим малоразмерным объектам;

вести борьбу с воздушными десантами и аэромобильными группами противника в воздухе и при высадке;

перекрывать действиями из засад направления скрытного выхода самолетов и вертолетов к объектам ударов.

Главной задачей зенитного ракетного взвода является уничтожение низколетящих воздушных целей.

Зенитный ракетный взвод организационно состоит из четырех расчетов боевых машин 9А35 (9А34) (рис. 9.1). Взвод способен



Расчет БМ:
командир БМ;
старший оператор;
механик-водитель

Численный состав

Должность	Взвод	Расчет БМ
Командир взвода	1	—
Зам. ком. взвода-ком. БМ	1	—
Командир БМ	2	1
Старший оператор	4	1
Мех.-водитель	3	1
Ст. мех.-водитель	1	—
Итого..	12	3

Наличие техники и вооружения

Подразделение	БМ „Стрела-10"	3УР9М37	Автомат	Пистолет	РПГ-7	Р-123	НРЗ 1РЛ246-10	9С16
Расчет БМ	1	8	1	2	1	1	1	1
Зенитный ракетный взвод	4	32	4	8	4	4	4	1(4)

Рис. 9.1. Организация и вооружение зенитного ракетного взвода

обнаруживать, опознавать и уничтожать одновременно несколько воздушных целей (по числу боевых машин).

Боевая машина является огневой единицей. Под огневой единицей понимается боевая машина, способная самостоятельно или по данным целеуказания выполнять задачу уничтожения воздушной цели с заданной вероятностью.

Боевая машина способна в движении обнаруживать и опознавать цели, производить пуски ракет в движении или с короткой остановки и поражать одну визуально наблюдаемую цель одной или несколькими ракетами.

Расчет боевой машины состоит из трех человек: командира боевой машины (на первой боевой машине командир зенитного ракетного взвода), старшего оператора и механика-водителя.

На вооружении расчета имеются боевая машина 9А35 (9А34), восемь зенитных ракет 9М37, радиостанция Р-123, радиопеленгатор 9С16 и один наземный радиолокационный запросчик 1РЛ246-10.

Таким образом, зенитный ракетный взвод имеет в своем составе 12 человек, на вооружении — четыре боевые машины 9А35 (9А34), тридцать две зенитные ракеты 9М37, четыре радиостанции Р-123, один (четыре) радиопеленгатор 9С16 и четыре наземных радиолокационных запросчика 1РЛ246-10.

§ 9.2. ПОСТРОЕНИЕ БОЕВОГО ПОРЯДКА

Для выполнения боевых задач по прикрытию общевойсковых подразделений и объектов зенитный ракетный взвод развертывается в боевой порядок.

Боевой порядок — это размещение сил и средств зенитного ракетного взвода на местности или в колоннах прикрываемых подразделений для ведения боя.

Для совершения марша, сокращения времени на развертывание, наименьшей уязвимости от огня артиллерии противника и ударов его авиации зенитный ракетный взвод может действовать в составе прикрываемых подразделений в походных и предбоевых порядках.

Боевой порядок зенитного ракетного взвода должен соответствовать поставленной задаче, замыслу действий прикрываемых подразделений, ожидаемым действиям противника и обеспечить: наиболее полное использование боевых возможностей вооружения и боевой техники; надежное прикрытие общевойсковых подразделений, действующих на главном направлении; непрерывное взаимодействие с прикрываемыми подразделениями (объектом), истребительной авиацией и соседями; взаимное прикрытие стартовых позиций; быстрое совершение маневра (перемещения); наилучшее использование выгодных условий местности; скрытность и наименьшую уязвимость от средств поражения противника; исключение взаимных помех между соседними боевыми машинами; устойчивость и удобство управления.

Боевой порядок зенитного ракетного взвода включает развернутые на стартовой позиции или движущиеся на установленных интервалах и дистанциях в готовности к ведению огня в движении и с коротких остановок боевые машины и транспортную машину.

Для развертывания в боевой порядок зенитному ракетному взводу назначается стартовая позиция, которая должна обеспечивать круговой обзор воздушного пространства и обстрел воздушных целей с любого направления.

Исходя из требования обеспечения обстрела воздушных целей на малых высотах с максимально возможных дальностей углы закрытия должны быть близкими к нулю (не превышать 0,5°). При невозможности по условиям местности обеспечить такие углы закрытия со всех направлений это требование обязательно должно быть выполнено в секторе вероятных налетов авиации противника с малых высот (ответственном секторе). На удалении до 600 м от стартовой позиции не должно быть источников тепловых помех и радиопомех. На стартовой позиции и вблизи нее (до 500 м) не должно быть местных предметов, мешающих пуску ракет.

К боевым машинам должен быть предусмотрен подъезд транспортных машин.

Вблизи боевых машин (до 25 м) не должно быть камней, щебня и других предметов, которые могут повредить боевую технику и нанести повреждения личному составу при пуске ракет.

Зенитному ракетному взводу назначаются и готовятся основная стартовая позиция и одна-две запасные позиции.

Основная стартовая позиция предназначается для выполнения основной огневой задачи и оборудуется в инженерном отношении при длительном расположении взвода на местности (в обороне, исходном районе для наступления и районе сосредоточения).

Запасная стартовая позиция предназначается для маневра пос-

ле выполнения огневой задачи при преднамеренном или вынужденном оставлении основной стартовой позиции.

Смена позиций обычно осуществляется ночью или днем в условиях ограниченной видимости, а также после полетов самолетов-разведчиков и отражения налета воздушного противника.

Боевой порядок зенитного ракетного взвода в зависимости от выполняемой боевой задачи и обстановки может быть:

в одну-две линии боевых машин или в линию пар боевых машин;

в колонну боевых машин или в колонну пар боевых машин.

Боевые порядки в линию боевых машин и в линию пар боевых машин предпочтительнее применять в наступательном бою (рис. 9.2). При таком боевом порядке упрощаются условия для обеспечения непрерывной боевой работы хотя бы одной боевой ма-

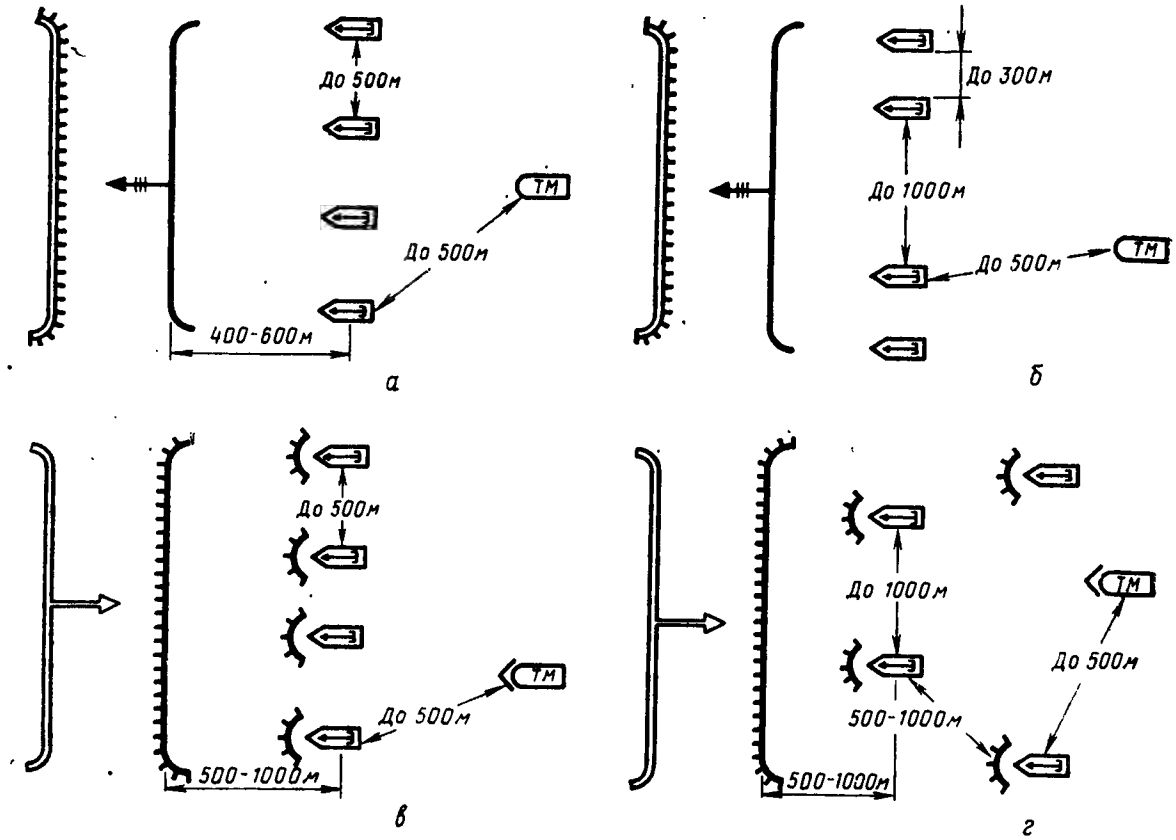


Рис. 9.2. Боевой порядок зенитного ракетного взвода:
а, б — в наступлении; *в, г* — в обороне

шины и создаются более благоприятные условия для управления боевыми машинами и взаимодействия их с прикрываемыми подразделениями.

Расстояние между соседними боевыми машинами должно быть не менее 200 м (до 500 м), а между парами боевых машин — до 1000 м.

Транспортная машина располагается и в ходе боя перемещается на удалении до 500 м от боевых машин с максимальным использованием защитных и маскирующих свойств местности.

Боевой порядок зенитного ракетного взвода в две линии бое-

вых машин применяется для прикрытия войск в обороне и при расположении их на месте для увеличения глубины зоны прикрытия, при этом интервал между линиями боевых машин может быть 500—1000 м.

Порядок размещения транспортной машины остается таким же, как и при построении боевого порядка зенитного ракетного взвода в одну линию боевых машин.

Боевой порядок зенитного ракетного взвода в колонну боевых машин или в колонну пар боевых машин применяется для прикрытия выдвигающихся войск. Такой боевой порядок должен обеспечить высокую скорость движения и возможность пуска ракет с коротких остановок, быстрое перестроение боевого порядка в линию пар боевых машин или в две линии боевых машин, наименьшую уязвимость от воздействия авиации и огня артиллерии противника, а также поддержание непрерывного управления. Взаимное удаление между боевыми машинами в паре должно быть не менее 250—500 м, а между парами боевых машин может достигать 1000 м.

В целях маскировки и повышения живучести взвода взаимные удаления между элементами боевого порядка должны быть максимальными, определяемыми тактико-техническими характеристиками комплекса. Для искажения формы начертания боевого порядка взаимные удаления между элементами боевого порядка не должны быть одинаковыми.

§ 9.3. БОЕВЫЕ ДЕЙСТВИЯ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО ВЗВОДА В НАСТУПЛЕНИИ

Наступление — основной вид боя. Оно проводится в целях разгрома противника и овладения важными районами (рубежами, объектами) местности.

В зависимости от обстановки и поставленных задач наступление может вестись на обороняющегося, наступающего или отходящего противника.

В современных условиях общевойскового боя наступление обычно начинается с прорыва обороны противника и в зависимости от обстановки может осуществляться с выдвижением из глубины (с ходу) или из положения непосредственного соприкосновения с противником.

Зенитный ракетный взвод выполняет боевые задачи как в составе батареи, так и самостоятельно и обычно прикрывает от ударов воздушного противника мотострелковый (танковый) батальон.

В наступлении с ходу на обороняющегося противника мсб (тб) нуждается в последовательном прикрытии от ударов с воздуха в исходном районе (районе сосредоточения), при выдвижении к обороне противника и развертывании, на рубеже перехода в атаку и в ходе наступления. В этих условиях взвод прикрывает батальон в исходном районе (районе сосредоточения), при развертывании на рубеже перехода в атаку и в ходе атаки (рис. 9.3).

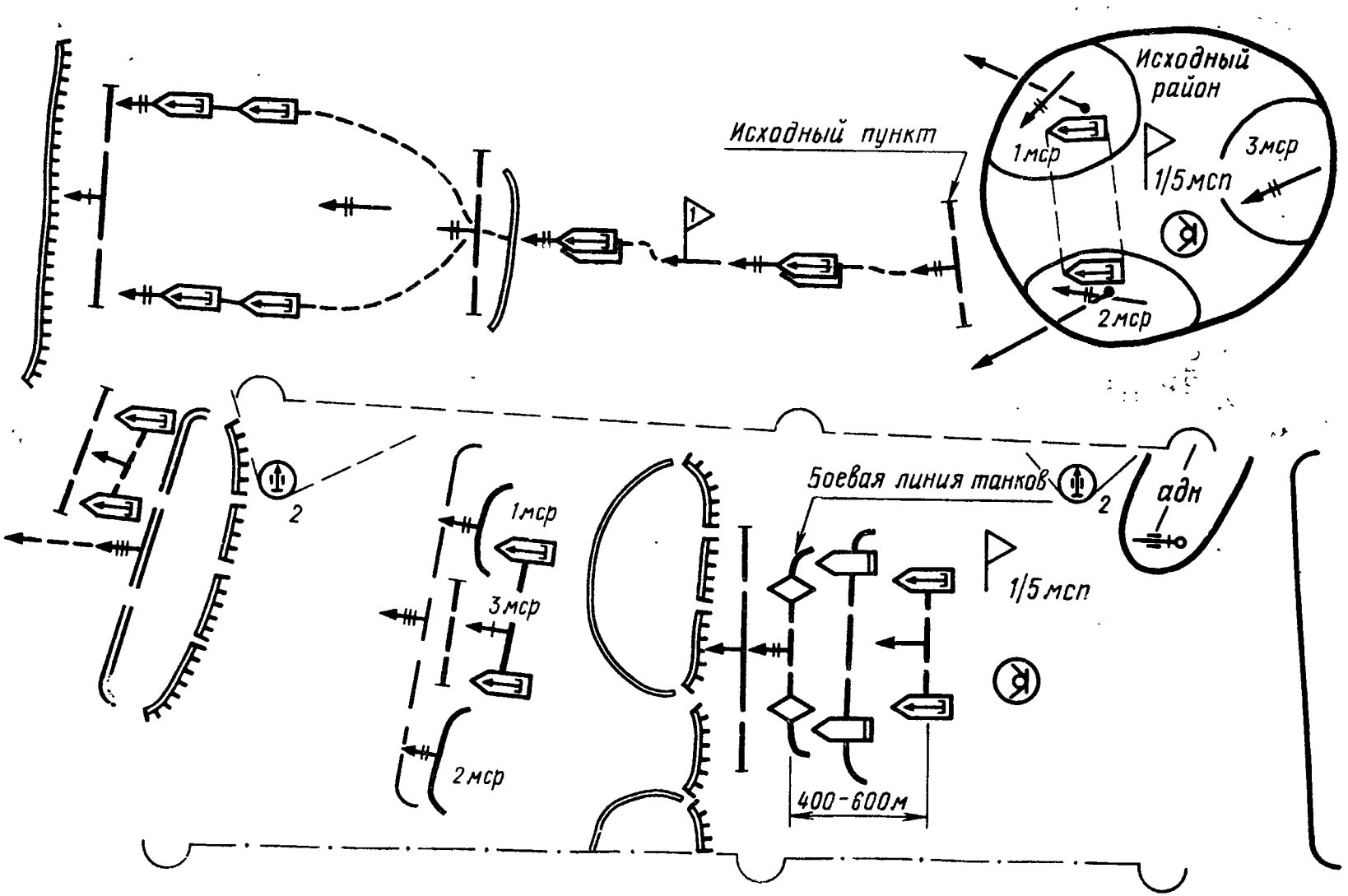


Рис. 9.3. Боевое применение зенитного ракетного взвода в наступлении

При наступлении с выдвижением из глубины и атаке с ходу батальону назначаются исходный район на удалении 20—40 км от переднего края обороны противника (исходный пункт может быть на удалении 5—10 км от исходного района), рубежи развертывания в ротные колонны на удалении 4—6 км от переднего края обороны противника и взводные колонны на удалении 2—3 км от переднего края обороны противника, а также рубеж перехода в атаку на удалении до 600 м от переднего края обороны противника.

Батальон наступает обычно на фронте до 2 км. Ему указываются ближайшая задача — на глубину 3—5 км, последующая задача — на глубину 10—15 км и направление дальнейшего наступления, а батальону второго эшелона — ближайшая задача и направление дальнейшего наступления.

В исходном районе (районе сосредоточения) подразделения батальона и приданные средства усиления располагаются рассредоточенно, поротно, вблизи маршрута предстоящего выдвижения, с максимальным использованием защитных и маскирующих свойств местности, в готовности в кратчайшее время начать движение.

При расположении батальона в исходном районе зенитный ракетный взвод используется, как правило, в полном составе для прикрытия главных сил батальона (рот, предназначенных для действий в первом эшелоне, огневых средств батальона). Боевые машины располагаются на стартовых позициях вблизи маршрутов выдвижения в готовности к ведению огня и к быстрому включению в состав колонн прикрываемых подразделений.

При необходимости часть боевых машин может быть выдвинута на подступы к району расположения батальона для действий из засад на вероятном направлении налета авиации противника или действий аэромобильных групп на вертолетах. Удаление засады от исходного района обычно не превышает 3—5 км. В зависимости от условий местности на стартовых позициях взвод может располагаться в одну или две линии боевых машин. Стартовые позиции оборудуются в инженерном отношении и тщательно маскируются.

Для отражения внезапных налетов авиации противника в исходном районе одна-две боевые машины могут содержаться в готовности № 1, при этом разведка воздушного противника ведется с помощью пассивного радиопеленгатора и наблюдателями.

Командир взвода, организуя боевые действия, должен знать, какие ограничения в ведении разведки и огня наложены старшим начальником, порядок снятия этих ограничений. До начала выдвижения батальона к обороне противника он должен указать место боевых машин в походных колоннах рот, время, порядок включения в колонны прикрываемых подразделений, порядок выдвижения и поддержания связи, степень готовности к открытию огня.

Зенитный ракетный взвод на рубеж перехода в атаку выдвигается, как правило, одновременно с прикрываемыми подразделениями батальона. По установленному сигналу взвод включается в походную колонну батальона и следует, как правило, парами бое-

вых машин на дистанции не менее 1000 м между ними, чем обеспечивается увеличение глубины прикрытия батальона при его выдвижении.

С началом выдвижения мсб (тб) может быть быстро обнаружен противником и подвергнут ударам авиации. Кроме того, с приближением подразделений к рубежу перехода в атаку увеличивается опасность применения противником вертолетов огневой поддержки. Поэтому зенитный ракетный взвод должен быть готов к ведению огня в движении или с коротких остановок, а при вынужденной задержке войск — со стартовых позиций, занимаемых слева или справа от маршрута выдвижения.

При выдвижении взводу назначается ответственный сектор разведки и огня в направлении вероятного налета авиации противника в пределах 80—120°. В этом секторе ведут разведку воздушного противника экипажи дежурных боевых машин. Огонь открывается по команде с БКП, а по внезапно появляющимся целям самостоятельно. Смена дежурных боевых машин осуществляется по установленному графику.

Управление боевыми машинами при выдвижении к рубежу перехода в атаку командир взвода осуществляет установленными сигналами и командами с первой боевой машины. Все радиосредства находятся в режиме дежурного приема. С началом налета воздушного противника или при получении оповещения о налете его авиации все ограничения в ведении разведки и открытия огня снимаются, взвод полностью переводится в готовность № 1. При развертывании батальона в ротные и взводные колонны зенитный ракетный взвод последовательно перестраивает походный порядок в соответствии с условиями местности и обстановки в две или в одну линию боевых машин с интервалами между ними (парами) до 500 м (1000 м) и продолжает движение на удалении 400—600 м от боевой линии танков (БМП), перемещаясь от рубежа к рубежу, или прикрывает подразделения батальона методом огневого сопровождения в готовности к стрельбе в движении и с коротких остановок.

На рубеже перехода в атаку для каждой боевой машины назначается ответственный сектор в направлении вероятного налета авиации противника в пределах 60—80°. Этот сектор должен перекрываться с сектором соседней боевой машины в пределах 20—30°. При обнаружении воздушного противника огонь открывается по команде командира взвода (батареи), а по внезапно появляющимся целям — самостоятельно в своих ответственных секторах. В первую очередь огонь открывается по крылатым ракетам, вертолетам огневой поддержки, штурмовикам и самолетам тактической авиации, действующим на предельно малых и малых высотах.

Минно-взрывные заграждения, разрушения и завалы, очаги пожаров, возникающие в результате ядерного взрыва, а также зараженные участки местности взвод преодолевает по проходам, проделанным наступающими подразделениями, с использованием средств индивидуальной и коллективной защиты или по указанным

путям обхода. После преодоления заграждений боевые машины выходят на свое направление и продолжают прикрывать наступающие подразделения, ведя огонь в движении или с коротких остановок.

С переходом прикрываемых подразделений к преследованию зенитный ракетный взвод в соответствии с уточненной боевой задачей перестраивает свой боевой порядок и, действуя непосредственно в боевых (предбоевых) порядках войск, уничтожает воздушного противника огнем в движении или с коротких остановок в своем ответственном секторе.

При наступлении батальона на обороняющегося противника из положения непосредственного соприкосновения с ним зенитный ракетный взвод развертывается в боевой порядок в исходном положении для наступления обычно в ночное время или в других условиях ограниченной видимости с соблюдением мер маскировки. Развертывание взвода в боевой порядок осуществляется одновременно с прикрываемым батальоном. Стартовые позиции боевых машин оборудуются в инженерном отношении и тщательно маскируются. Порядок открытия и ведения огня до начала наступления определяется старшим начальником. Для отражения внезапных налетов воздушного противника назначаются одна-две дежурные боевые машины, а также боевая машина (пара боевых машин) для действий из засады. При действиях из засады боевая машина (пара боевых машин) скрытно выдвигается на указанную ей позицию (рубеж) и тщательно маскируется. При обнаружении воздушного противника боевая машина производит пуски ракет, после чего совершает маневр на запасную стартовую позицию или возвращается в боевой порядок взвода.

С началом огневой подготовки взвод переводится в готовность № 1 и ведет непрерывную разведку воздушного противника в ответственном секторе с помощью пассивного радиопеленгатора и визуально.

При выдвижении прикрываемых подразделений к рубежу перехода в атаку взвод действует, как и при наступлении с ходу.

Если мотострелковые подразделения атакуют противника в пешем порядке, то взвод прикрывает их с занимаемой стартовой позиции и по мере продвижения рот боевые машины передвигаются от рубежа к рубежу, последовательно занимая стартовые позиции, используя естественные укрытия (строения, воронки, низкий кустарник) и поврежденную боевую технику.

При обнаружении воздушного противника боевые машины открывают огонь в движении или с коротких остановок по команде командира взвода или самостоятельно в соответствии с полученными указаниями о порядке открытия огня и расходе ракет.

При вводе в бой второго эшелона (резерва) полка зенитный ракетный взвод может совершить маневр для прикрытия его с указанного рубежа. Взвод заблаговременно развертывается в боевой порядок на указанном рубеже в соответствии с конкретной боевой обстановкой, по установленному сигналу вместе с прикры-

ваемыми ротами продвигается от рубежа к рубежу, используя складки местности, и огнем в движении или с коротких остановок уничтожает воздушные цели в ответственном секторе.

В ходе наступательного боя зенитный ракетный взвод перемещается по направлениям действий прикрываемого батальона с таким расчетом, чтобы надежно прикрывать его на тех рубежах, с выходом на которые по ним возможны сосредоточенные удары авиации противника. Такими рубежами могут быть: рубежи развертывания для встречного боя, промежуточные оборонительные рубежи противника, рубежи ввода в бой вторых эшелонов и резервов, рубежи отражения контратак противника, крупные водные преграды.

Командир взвода в ходе наступления организует непрерывную разведку воздушного противника, наблюдение за действиями прикрываемых подразделений, руководит перемещением, маневром и огнем, принимает доклад о действиях воздушного противника, результатах боевых действий расчетов боевых машин, следит за пополнением ракет и своевременной заправкой горючим.

§ 9.4. БОЕВЫЕ ДЕЙСТВИЯ ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО ВЗВОДА В ОБОРОНЕ

Оборона — вид боя, который применяется в тех случаях, когда наступление невозможно или нецелесообразно. Она имеет целью сорвать или отразить наступление превосходящих сил противника и нанести ему значительные потери, удержать важные районы (рубежи, объекты) местности и тем самым создать благоприятные условия для перехода в решительное наступление.

Оборона может подготавливаться заблаговременно или организовываться в ходе боя, при отсутствии непосредственного соприкосновения с противником и в условиях соприкосновения с ним.

Мотострелковый (танковый) батальон может занимать оборону в первом (во втором) эшелоне полка или переходить к обороне на отдельном направлении, а также находиться в общевойсковом резерве.

Батальону назначается район обороны по фронту до 5 км и в глубину до 3 км. При обороне морского побережья и прикрытии государственной границы ширина района обороны может быть и большей.

Батальон второго эшелона занимает район обороны в глубине, как правило, на важнейшем направлении, на удалении 4—6 км от батальонов первого эшелона, находясь в готовности к проведению контратаки или к замене подразделений первого эшелона, потерявших боеспособность.

Батальон, составляющий общевойсковой резерв, занимает указанный ему район, подготавливает оборонительную позицию, находясь в готовности к выполнению внезапно возникающих задач, а также к усилению (замене) подразделений первого эшелона в случае потери ими боеспособности.

Боевой порядок батальона строится, как правило, в два эшелона. В первом эшелоне обычно обороняются две роты, во втором эшелоне — одна рота. При построении боевого порядка в один эшелон выделяется общевойсковой резерв до усиленного взвода. Мотострелковым (танковым) ротам назначаются опорные пункты размерами по фронту до 1,5 км и в глубину до 1 км. Промежутки между опорными пунктами рот первого эшелона по фронту могут составлять до 1,5 км.

В отличие от наступления оборонительный бой батальона имеет свои особенности, которые будут оказывать решающее влияние на боевое применение зенитного ракетного взвода. К таким особенностям относятся:

увеличение площади района боевых действий;

значительная привязанность прикрываемых подразделений к определенным районам местности, а следовательно, и большая уязвимость от ударов с воздуха;

увеличение количества СВН противника в ударе, выделяемых для непосредственной авиационной поддержки войск в наступлении;

сосредоточение артиллерийского огня по взводным и ротным опорным пунктам, использование противником для нанесения ударов по взводным опорным пунктам боеприпасов объемного взрыва, а по ротным опорным пунктам — нейтронных.

Все это, вместе взятое, требует тщательного инженерного оборудования основных и запасных позиций и совершения маневра взводом, для прикрытия подразделений, оказавшихся на направлении главного удара противника, а также выбора стартовых позиций вне пределов взводных опорных пунктов.

Удары боевых вертолетов и значительной части самолетов противника будут направлены по батальонам первого эшелона мсп (тп), с тем чтобы снизить их боеспособность и сломить тем самым сопротивление в обороняемых районах, по позициям артиллерии, с тем чтобы ослабить ее огневое противодействие наступающим, а также по резервам и пунктам управления в целях нарушения управления, дезорганизации обороны и срыва возможных контратак. Исходя из этого взвод может быть назначен для непосредственного прикрытия: батальона первого эшелона полка, обороняющегося на предполагаемом направлении главного удара противника; второго эшелона общевойскового (резерва) при проведении им контратаки в целях завершения разгрома вклинившегося в оборону противника; артиллерии или командного пункта полка. В отдельных случаях взвод может привлекаться для прикрытия общевойсковых подразделений в полосе обеспечения (глубиной 20—40 км) или на передовой позиции (на удалении 6—8 км от переднего края обороны), для действий из засад на наиболее вероятных направлениях налетов авиации противника, а также может выполнять задачи в качестве кочующего подразделения в целях скрытия истинного расположения средств ПВО полка и их количества.

Для ведения боя с воздушным противником взвод развертывается в боевой порядок.

Боевой порядок должен обеспечивать отражение налетов авиации противника с любого направления, позволять быстро совершать маневр на рубеж развертывания общевойсковых подразделений для проведения ими контратак.

Боевой порядок взвода в обороне строится с учетом боевых порядков и системы огня обороняющихся подразделений в одну или две линии боевых машин, развернутых на стартовых позициях, на удалении 500—1000 м от переднего края обороны за опорными пунктами мотострелковых (танковых) взводов.

Интервалы и дистанции между боевыми машинами в боевом порядке взвода определяются исходя из поставленной задачи, построения боевого порядка прикрываемого батальона, необходимости обеспечения управления огнем и маневром боевыми машинами, повышения их живучести при применении противником ядерных боеприпасов малой мощности и могут составлять 500—1000 м (рис. 9.4).

Указанные интервалы и дистанции между боевыми машинами обеспечивают взаимное перекрытие зон поражения комплексов не менее чем на треть и создают условия для одновременного их участия в отражении налета авиации противника и в увеличении глубины прикрытия подразделений батальона от ударов с воздуха.

Кроме основной стартовой позиции взводу (боевым машинам) назначаются одна-две запасные, удаленные на 1000—2000 м от основной. Основные и запасные позиции выбираются за противотанковыми препятствиями или под прикрытием противотанковых средств обороняющихся войск и оборудуются в инженерном отношении. Боевые машины располагаются на позициях скрытно в складках местности так, чтобы они могли вести огонь по низколетящим воздушным целям в любом направлении и имели между собой огневую связь.

Для проведения маневра и перемещения в целях прикрытия второго эшелона (общевойскового резерва) полка боевым машинам указываются: стартовые позиции, маршруты перемещения, сроки готовности к открытию огня, а также сигнал на совершение маневра.

Получив боевую задачу на прикрытие мсб (тб) в обороне, командир взвода уясняет ее, изучает район обороны батальона (участок обороны полка) и его боевой порядок, намечает порядок управления огнем и маневром.

Уяснив задачу и оценив обстановку, командир взвода определяет: место основной и запасных стартовых позиций и порядок их занятия; маршрут движения; основное направление стрельбы и ответственный сектор взвода; задачи боевым машинам; степени готовности; порядок организации разведки и ведения огня, охраны и обороны позиции; организацию управления и взаимодействия; обеспечение ракетами и их расход. После занятия стартовой по-

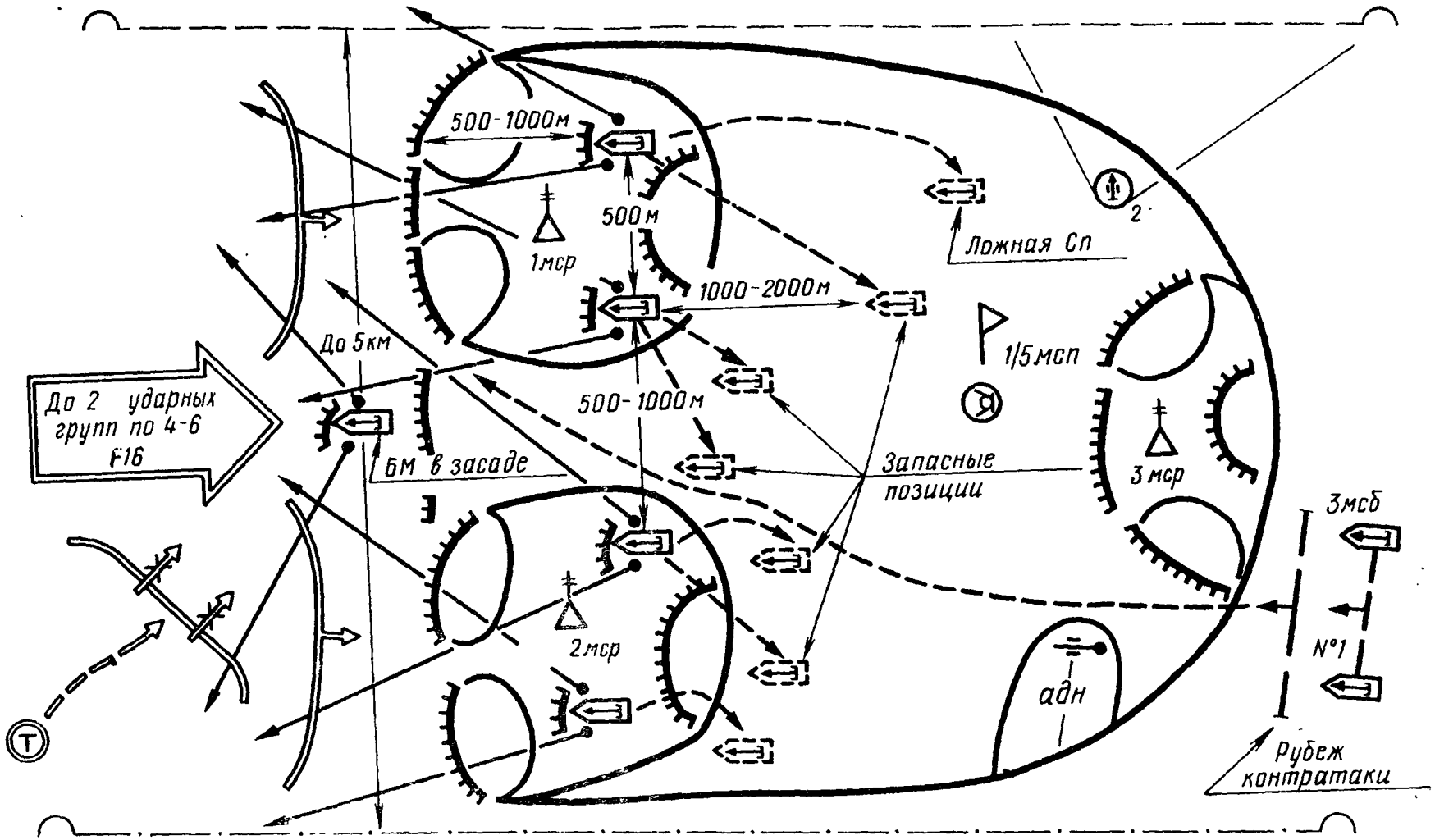


Рис. 9.4. Боевое применение зенитного ракетного взвода в обороне

зиции организуются подготовка боевых машин к стрельбе, инженерное оборудование и маскировка позиции. О готовности к отражению налета авиации противника командир взвода докладывает командиру батареи (дивизиона).

При назначении боевых машин для действий из засады им указываются: задача, стартовая позиция (как правило, за пределами ротных опорных пунктов); порядок и время ее занятия; меры по обеспечению скрытности; порядок ведения разведки и открытия огня; ответственный сектор; запасная позиция и порядок ее занятия после выполнения огневой задачи, а также порядок возвращения на стартовую позицию взвода.

При назначении боевых машин для действий в качестве кочующих им указываются: район боевых действий; маршруты движения; стартовые позиции и сроки пребывания на них; порядок ведения разведки и огня и порядок возвращения на основную стартовую позицию в составе взвода.

Зенитный ракетный взвод в обороне всегда должен быть готов к борьбе с вертолетами огневой поддержки, воздушными десантами и пехотой противника. До перехода противника в наступление, при ведении боевых действий в полосе обеспечения (на передовой позиции) и при ведении противником разведки боем, взвод обычно ведет огонь по самолетам и вертолетам отдельными дежурными боевыми машинами по команде командира взвода с запасных стартовых позиций. После выполнения огневой задачи боевые машины возвращаются на основную стартовую позицию взвода.

С переходом противника в атаку все ограничения в ведении разведки и огня снимаются, удары авиации противника взвод отражает огнем всех боевых машин с максимальным напряжением, уничтожая самолеты, вертолеты и другие воздушные цели без ограничений в ответственных секторах по команде командира взвода или самостоятельно.

При вклинивании противника в оборону взвод в полном составе может привлекаться для усиления прикрытия подразделений, проводящих контратаку. С этой целью осуществляется маневр. При маневре взвод по сигналу командира батареи выдвигается на новую стартовую позицию, как правило, по заранее разведанному маршруту.

В случае прорыва пехоты противника в район стартовой позиции операторы боевых машин продолжают пуски ракет по самолетам или вертолетам, а остальной личный состав взвода во взаимодействии с прикрываемыми подразделениями отражает атаку наземного противника огнем из стрелкового оружия и РПГ.

Отразив атаку наземного и воздушного противника, командир взвода принимает необходимые меры по восстановлению боеспособности подразделений, пополнению взвода ракетами, горючим, а также по восстановлению оборонительных сооружений (укрытий) и оказанию медицинской помощи личному составу.

Кроме того, в целях вывода боевых машин из-под возможных ударов ядерными боеприпасами малой мощности после отраже-

ния налета средств воздушного нападения или продолжительной работы (около 2—3 ч) на занимаемой позиции проводится смена основных стартовых позиций на запасные.

При отходе прикрываемого подразделения взвод перемещается от рубежа к рубежу, занимает стартовые позиции с максимальным использованием защитных и маскирующих свойств местности и продолжает выполнять боевую задачу, ведя огонь с места или в движении.

§ 9.5. БОЕВЫЕ ДЕЙСТВИЯ НА МАРШЕ

В современных условиях марши стали важной составной частью боевых действий войск. Под маршем понимается организованное передвижение войск в колоннах по дорогам и колонным путям в целях выхода в назначенный район или на указанный рубеж своевременно и в полной готовности к выполнению боевой задачи.

Марш может совершаться в предвидении вступления в бой или вне угрозы столкновения с противником, а по направлению движения — к фронту, вдоль фронта или от фронта в тыл. Во всех случаях марш совершается скрытно, как правило ночью или в других условиях ограниченной видимости, а в боевой обстановке и в глубоком тылу своих войск и днем.

Зенитный ракетный взвод может совершать марш в составе колонн прикрываемых войск или самостоятельно.

Задачи зенитного ракетного взвода и построение его походного порядка на марше будут определяться ролью и местом прикрываемых общевойсковых подразделений (объектов) в походном построении мотострелкового (танкового) полка.

Мотострелковый (танковый) батальон на марше может следовать в составе колонн главных сил полка, в качестве его авангарда или передового отряда, если он высылается. Во всех случаях батальону на марше указываются исходный пункт, пункты регулирования и время их прохождения головой колонны. Пункты регулирования обычно назначаются через 3—4 ч движения. Для проверки состояния вооружения и боевой техники, устранения неисправностей, проведения технического обслуживания, дозаправки машин, отдыха личного состава назначаются привалы, а при совершении марша на расстояние более одного суточного перехода, кроме того, — и дневной (ночной) отдых в конце каждого суточного перехода. Привалы продолжительностью до одного часа назначаются через 3—4 ч движения, один привал для приема пищи продолжительностью до двух часов назначается во второй половине суточного перехода.

Средняя скорость движения зенитных подразделений на марше без учета времени на привалы зависит от задач, состояния дорог, времени года, суток, погоды, технического состояния боевых машин, подготовленности личного состава и определяется в основном скоростью передвижения прикрываемых войск. Средняя

скорость движения смешанных и танковых колонн может быть 25—30 км/ч, автомобильных колонн — 30—40 км/ч и более.

В горах, пустынях, северных районах, лесисто-болотистой местности и в других неблагоприятных условиях средняя скорость движения может уменьшаться до 20 км/ч. Во всех случаях марш должен совершаться с максимально возможной для данных условий скоростью.

Величина суточного перехода определяется средними скоростями движения, физическими возможностями водительского состава транспортных и боевых машин. При средней скорости движения 25—30 км/ч и затрате непосредственно на движение до 10—12 ч величина суточного перехода в средних дорожных условиях может составлять для смешанных и танковых колонн до 300 км, для автомобильных — до 400 км.

При следовании батальона в составе главных сил полка или в качестве его авангарда (передового отряда) глубина его походного порядка определяется глубиной колонн штатных и приданных подразделений, дистанциями между машинами. При дистанциях между машинами 25—50 м глубина походной колонны батальона, следующего в составе главных сил полка без средств усиления, может составлять 2,5—3,5 км.

Колонна главных сил полка расчленяется по глубине на колонны батальонов и рот. Дистанция между колоннами батальонов (дивизионов) 2—3 км. Артиллерия выдвигается за передовым отрядом (авангардом) или в голове колонны главных сил полка. Передовой отряд полка (до усиленного мотострелкового, танкового батальона) действует в указанном ему направлении на удалении до 40 км, а авангард — 20—30 км от главных сил полка.

Приведенные характеристики показывают, что подразделения, входящие в состав основных элементов походного построения полка, являются самостоятельными объектами прикрытия, по каждому из которых возможны удары самолетов и вертолетов противника.

Исходя из этого задачей зенитного ракетного взвода на марше может быть прикрытие от ударов с воздуха батальона, действующего в качестве авангарда, передового отряда или следующего в составе колонн главных сил, а также артиллерии или КП полка. Главной задачей взвода является надежное прикрытие от средств воздушного нападения батальона, который выполняет основную задачу полка в исходном районе, на марше, привалах, в районах дневного (ночного) отдыха и в районе сосредоточения.

В отдельных случаях взвод может привлекаться для прикрытия наиболее важных узлов дорог, мостов, переправ, железнодорожных узлов и других объектов на маршрутах движения.

Выполнение перечисленных задач зенитным ракетным взводом на марше достигается рациональным распределением его средств в походном построении мотострелкового (танкового) полка. При построении походного порядка взвода всегда должна быть заложена идея необходимости взаимного перекрытия зон поражения

комплексов и готовности взвода к быстрому развертыванию в боевой порядок с ходу или с учетом отражения ударов воздушного противника огнем в движении или с коротких остановок. В зависимости от наличия средств ПВО старшего начальника на маршруте выдвижения или в колонне прикрываемого подразделения взвод может следовать в полном составе, парами боевых машин или отдельными машинами. При наличии в полосе выдвижения средств ПВО старшего начальника взвод следует в полном составе на дистанциях между боевыми машинами 25—50 м. Если общевойсковые подразделения прикрываются только штатными силами и средствами ПВО, то взвод следует парами или отдельными боевыми машинами на дистанциях между ними до 1000 м. Указанные дистанции хотя и затрудняют сосредоточение огня взвода по одной воздушной цели в полном составе, однако обеспечивают увеличение глубины прикрытия колонны общевойсковых подразделений от ударов с воздуха при совершении марша.

Варианты распределения зенитного ракетного взвода в походных колоннах прикрываемых подразделений показаны на рис. 9.5.

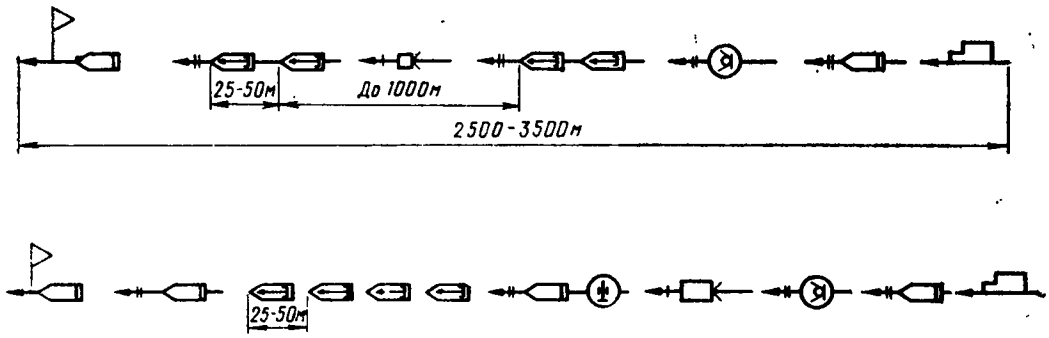


Рис. 9.5. Распределение зенитного взвода в колонне мотострелкового батальона (вариант)

До начала выдвижения прикрываемых подразделений (до начала марша) в исходном районе зенитный ракетный взвод используется в полном составе. Боевые машины занимают стартовые позиции вблизи маршрутов выдвижения прикрываемых подразделений на удалении 400—600 м от них в целях быстрого включения в колонну батальона с началом его выдвижения. Каждой боевой машине назначается ответственный сектор в пределах 60—80°. Данные о воздушном противнике поступают на БМ в общей системе (сети) оповещения. Часть боевых машин зенитного ракетного взвода содержится в готовности к немедленному отражению ударов воздушного противника.

При подготовке к совершению марша производится: пополнение запасов материальных средств до установленных норм; техническое обслуживание боевой техники и вооружения, устранение неисправностей; эвакуация раненых и больных, а также лишнего имущества и неисправной техники, которая не может быть отремонтирована к началу марша.

Выдвижение взвода из исходного района осуществляется по установленному сигналу (команде). С получением сигнала на выдвижение боевые машины снимаются со стартовых позиций, включаются в колонну прикрываемых подразделений и следуют за указанной БМП (танком).

На марше командир взвода находится, как правило, в голове колонны в непосредственной близости от командира батальона и обязан: сверять маршрут движения взвода; строго соблюдать установленный порядок движения, не допуская задержек на переправах, в теснинах, на перевалах, в тоннелях и населенных пунктах; организовывать непрерывное круговое наблюдение за противником и сигналами старшего начальника.

По сигналу оповещения о воздушном противнике боевые машины приводятся в готовность к открытию огня и при появлении воздушных целей уничтожают их огнем в движении и с коротких остановок в соответствии с поставленной задачей.

Командир боевой машины на марше обязан совершать движение только по правой стороне дороги, соблюдать установленные скорости, дистанцию между машинами и меры безопасности, содержать боевую машину в готовности к отражению налетов воздушного противника. При вынужденной остановке боевая машина отводится на правую обочину дороги для устранения неисправности. После окончания работ она присоединяется к проходящей колонне и продолжает движение по указанному маршруту. Свое прежнее место в колонне боевая машина занимает только на привале (остановке). На привалах построение походной колонны не нарушается, боевые машины останавливаются на правой обочине дороги на установленной дистанции, но не ближе 10 м. Дежурные средства находятся в готовности к немедленному открытию огня. Механики-водители производят контрольный осмотр и устраняют выявленные неисправности.

В районах дневного (ночного) отдыха взвод в зависимости от обстановки развертывается в боевой порядок. Боевым машинам указываются стартовые позиции в непосредственной близости от мест расположения прикрываемых подразделений. В некоторых случаях они могут занимать стартовые позиции за пределами указанных районов на направлениях наиболее вероятных действий воздушного противника. Во всех случаях удаление стартовых позиций и подъездные пути к ним должны обеспечивать своевременный выход боевых машин к маршрутам движения и включение в колонны прикрываемых подразделений с началом движения. В районах отдыха организуется обслуживание боевой техники, а при необходимости пополнение подвижных запасов материальных средств. При движении и на привалах **категорически запрещается** пользоваться сигнальными ракетами, разводить костры и курить без соблюдения мер маскировки.

Для отражения внезапного удара воздушного противника часть боевых машин может находиться в готовности № 1. Смена

дежурных машин производится, как правило, по команде командира взвода обычно через 1—2 ч.

При прохождении открытых участков местности, теснин, узлов дорог, при преодолении водных преград, на привалах, в районах отдыха и в других случаях, благоприятных для действий авиации противника, количество дежурных боевых машин увеличивается. При обнаружении цели командир боевой машины определяет координаты, направление ее движения и докладывает командиру взвода.

По сигналу оповещения о воздушном противнике боевые машины приводятся в готовность к открытию огня.

Огонь по воздушным целям открывается по команде командира взвода (боевой машины) и ведется, как правило, в движении. При стрельбе в движении боевые машины продолжают двигаться в колонне прикрываемого подразделения, при этом скорость движения боевой машины не должна превышать 30 км/ч.

По сигналам оповещения о радиоактивном, химическом и биологическом (бактериологическом) заражении личный состав готовит средства индивидуальной защиты, закрывает люки, жалюзи, включает системы коллективной защиты боевых машин и взвод продолжает движение. Зоны заражения с высокими уровнями радиации, районы разрушений, завалов, пожаров и затоплений на маршруте движения взвод обходит, а при невозможности обхода преодолевает их на максимальных скоростях и увеличенных дистанциях.

С прибытием войск в указанный район (район сосредоточения) командир взвода организует пополнение запасов ракет и других материальных средств, техническое обслуживание и дозаправку машин, а также подготовку взвода к предстоящим боевым действиям.

§ 9.6. БОЕВЫЕ ДЕЙСТВИЯ В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

В горах на боевые действия взвода оказывают влияние: сильно пересеченный рельеф местности, создающий условия для скрытного подхода авиации противника, особенно вдоль долин и ущелий, наличие больших углов закрытия; ограниченное количество дорог и районов, удобных для развертывания в боевой порядок, большое количество крутых спусков и подъемов; резкие изменения погоды в течение суток; возможность обвалов и длительного застоя отравляющих веществ в долинах и ущельях; наличие скального грунта и сложность проведения инженерных работ по укрытию боевой техники и личного состава, экранирующее влияние гор; снижение мощности двигателей и повышенный расход топлива.

Вследствие неоднородного фона, возникающего из-за отражения солнечной энергии от скал, вершин гор, не покрытых растительностью, возникают дополнительные помехи. Уровень этих помех («небо—горизонт») в горах может достигать таких значений,

при которых устойчивость работы головок самонаведения становится затруднительной. Срыв сопровождения может возникнуть при стрельбе по низколетящим воздушным целям, а также по целям, совершающим полет на фоне гор.

Резкие изменения погоды в течение суток создают неблагоприятную фоновую обстановку, уменьшают дальность видимости, которая, в свою очередь, влияет на закон распределения вероятности захвата и сопровождения цели ГСН ракеты.

Значительное влияние на боевые действия зенитного ракетного взвода оказывают: действия прикрываемых подразделений, связанные с разобщенностью действий своих войск; острая борьба за захват ключевых элементов горной среды (горных перевалов и проходов, теснин, узлов дорог, переправ через водные преграды и др.), обеспечивающих выход войск в широкие долины (равнины); особенности действий воздушного противника.

Мотострелковый (танковый) батальон в горах может действовать в качестве передового, обходящего и штурмового отрядов, а также в качестве тактического воздушного десанта. При действиях в качестве тактического воздушного десанта или обходящего отряда батальон будет действовать без тяжелого оружия и техники, при этом единственным средством прикрытия его от ударов с воздуха будет зенитный ракетный взвод.

Тактическая авиация будет действовать вдоль долин, над горными плато, осуществляя выход для нанесения ударов по войскам под прикрытием горных вершин. На отдельных направлениях она может применяться для создания завалов (обвалов, затоплений), для разрушения мостов, переправ и участков дорог. Вертолеты огневой поддержки широко привлекаются для непосредственной поддержки обороняющихся (контратакующих) подразделений противника. Наиболее характерным способом нанесения ударов будут действия из засад на горных перевалах, обратных скатах возвышенностей и в лесных массивах.

При ведении боевых действий в горах зенитный ракетный взвод может получить задачу на прикрытие: батальона, действующего на главном направлении для захвата перевалов, горных проходов, узлов дорог, переправ через реку; обходящего отряда, наносящего удар во фланг и тыл противнику; передового отряда, захватывающего господствующую высоту (проход, перевал); тактического воздушного десанта.

Стартовые позиции зенитного ракетного взвода выбираются, как правило, вдоль дорог, ущелий, русел рек, на перевалах, горных плато, возвышенностях и террасах, обеспечивающих возможность ведения радиолокационной и визуальной разведки, взаимного прикрытия подразделений и своевременное открытие огня по внезапно появляющимся воздушным целям, а также тесное взаимодействие с прикрываемыми подразделениями. Стартовые позиции должны выбираться на безопасном удалении от мест возможных камнепадов, обвалов, снежных и селевых лавин, а также от

горных рек и водоемов. Интервалы и дистанции между позициями могут изменяться в значительных пределах.

При невозможности выбора стартовых позиций с круговым обзором их выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечивался секторный обзор направлений, с которых возможно внезапное появление воздушных целей. В этих условиях уменьшаются ответственные секторы боевых машин, на вершинах (гребнях гор) выставляется пост воздушного наблюдения, а для отражения налетов воздушного противника с малых высот организуются действия из засад части боевых машин взвода.

При рекогносцировке особое внимание уделяется: выбору стартовых позиций для боевых машин взвода, маршрутов их перемещения (маневра); изучению направлений действий прикрываемых подразделений; определению возможных рубежей применения вертолетов огневой поддержки противника и расположению их посадочных площадок для действий из засад; изучению направлений полетов своей авиации, а также условий ведения разведки, поддержанию связи и необходимости выставления постов воздушного наблюдения; состоянию дорог и их проходимости в дождливую погоду, при снегопадах и гололеде. При оборудовании стартовых позиций в необходимых случаях готовятся площадки для посадки вертолетов, доставляющих ракеты и топливо.

Зенитный ракетный взвод может придаваться подразделениям, действующим на отдельных самостоятельных направлениях. Особое внимание уделяется организации борьбы с низколетящими целями, действующими вдоль русел рек, и воздушными десантами противника. Для отражения налетов воздушного противника на малых высотах с непросматриваемых направлений на вершинах, гребнях и склонах гор организуются действия боевых машин из засад.

При ведении боевых действий в лесу затрудняются маневр зенитного ракетного взвода и доставка ракет, наблюдение за воздушным противником, особенно за низколетящими самолетами и вертолетами, а также выбор стартовых позиций. На боевые действия взвода оказывают влияние возможность завалов и лесных пожаров, трудность взаимодействия с прикрываемыми подразделениями.

Стартовые позиции боевых машин выбираются на опушках, полянах, вырубках, возвышенностях, широких просеках, вдоль дорог и в мелколесье, с которых обеспечивается обнаружение и обстрел самолетов и вертолетов противника.

При организации боевых действий в лесу командир взвода дополнительно обязан: установить порядок преодоления лесных завалов и труднопроходимых участков местности; наметить мероприятия по борьбе с лесными пожарами; организовать расчистку леса для улучшения условий наблюдения и ведения огня, не демаскируя при этом своих позиций.

Направления перемещения (маневра) и ответственные секторы указываются командирам боевых машин по азимутам или

местным предметам. Во время перемещения в лесу принимаются меры для защиты антенн и ракет от ударов о сучья и ветки деревьев. Лесные завалы взвод обычно обходит или преодолевает по проделанным проходам.

В пустыне на боевые действия оказывают влияние: равнинный рельеф и почти полное отсутствие растительности, что вызывает трудности маскировки и ориентирования; наличие сыпучих песков и солончаков, резкие колебания температуры в течение суток; сильные ветры с перемещением большого количества песка и пыли, затрудняющие наблюдение, ведение огня и усложняющие эксплуатацию боевых машин; возможность более сильного и продолжительного заражения воздуха и местности радиоактивными веществами.

При организации боевых действий в пустыне командир взвода должен предусмотреть меры по предотвращению перегрева двигателей боевых машин, маскировке материальной части с учетом фона местности, с применением камуфляжных маскирующих сетей и окраски вооружения, созданию запасов воды и топлива и контролю за их расходом, осуществлять контроль за личным составом в целях предотвращения тепловых ударов, желудочно-кишечных заболеваний и укусов ядовитыми насекомыми. Особой обязанностью командиров боевых машин является проведение систематической очистки техники и вооружения от песка и пыли.

При действиях в пустыне стартовые позиции выбираются среди барханов, дюн, грядовых и бугристых песков, в саксаульнике, руслах высохших рек и других складках местности. Выдвижение в район стартовой позиции и ее занятие целесообразно проводить ночью или в условиях ограниченной видимости. Маршруты движения обозначаются хорошо видимыми знаками и дополнительными ориентирами. Направления перемещения боевым машинам указываются обычно по азимутам.

Построение боевых порядков взвода осуществляется на максимальных дистанциях и интервалах между боевыми машинами. Экипажи обеспечиваются защитными очками, с тем чтобы обильная пыль и солнечные лучи меньше затрудняли наблюдение и стрельбу. Главное внимание уделяется своевременному обнаружению и уничтожению самолетов (вертолетов) противника на предельно малых высотах.

В ходе боевых действий командир взвода (боевой машины) должен внимательно следить за действиями прикрываемых подразделений, за показаниями навигационной аппаратуры (ТНА-3) и дымовыми (световыми) ориентирами, по которым возможно проверить направление перемещения.

В северных районах на боевые действия оказывают влияние: труднопроходимая сильнопересеченная местность и ее сезонные изменения; ограниченное количество дорог; снежные заносы, снижающие маневренные возможности взвода; длительные периоды полярного дня и ночи; низкие температуры, обледенение и метели, усложняющие техническое обслуживание вооружения и боевой

техники; сильные ветры и снежные бури, затрудняющие ведение огня; сложность ориентирования на марше и выбора стартовой позиции; интенсивные ионосферные и магнитные бури, создающие помехи работе средствам связи.

При организации боевых действий в этих условиях необходимо: тщательно изучить местность для определения мест расположения стартовых позиций; принять меры к обеспечению безотказного действия боевой техники и вооружения, своевременному ее прогреву; регулярно обеспечивать личный состав теплой одеждой и горячей пищей; строго следить за неснижаемым запасом продовольствия и топлива; своевременно информировать подчиненных об опасных явлениях природы.

Стартовые позиции выбираются обычно вдоль дорог и рек по ледовому покрову и другим доступным направлениям, в соответствии с характером действий войск и авиации противника. Оборудование стартовых позиций может производиться с помощью взрывных работ. При невозможности отрыть окопы они возводятся из снега, для большей прочности снег обливается водой. Боевая техника и транспорт маскируются с применением маскировочного окрашивания и других средств.

Наибольшее влияние на боевое применение зенитного ракетного взвода оказывают полярная ночь, длительные периоды работы в сумерках, а также сложные фоновые условия. В силу этого необходимо принять меры для подмены экипажей боевых машин на отдых, организации боевого дежурства, повышения ответственности за подготовку огня по воздушным целям с любого направления.

В условиях полярного дня, в летнее время, действия воздушного противника практически будут неограниченны в течение длительного времени. В этом случае необходимо широко применять кочующие действия боевых машин и действия их из засад на подступах к прикрываемым подразделениям.

В ходе боевых действий на труднодоступной местности взводу придется часто действовать парами или в колоннах боевых машин при минимальных интервалах (дистанциях) между ними, а при выборе стартовых позиций — тщательно изучать местность и готовить подъездные пути к ним.

В условиях неустойчивой погоды, особенно зимой, возрастает значение создания повышенных запасов ракет и топлива. Принимаются необходимые меры по утеплению боевых машин, повышению их проходимости соответственно времени года, погоде и местности, а в летнее время — по защите от гнуса.

В городе на боевые действия оказывают влияние: трудность выбора позиций и совершения маневра; наличие больших углов закрытия; экранирующее влияние зданий на работу радиостанций; снижение разведывательных и огневых возможностей взвода и опасность поражения от разрушений зданий и сооружений; возможность длительного застоя отравляющих веществ.

При организации боевых действий в городе необходимо кроме проведения обычных мероприятий изучить план города, определить места возможных районов стартовых позиций и маршруты движения к ним.

При бое в городе зенитный ракетный взвод развертывается, как правило, на его окраинах, площадях (стадионах и в парках), в стороне от высоких строений. До подхода к городу командир взвода должен пополнить запасы ракет и горючего, согласовать действия с командирами прикрываемых подразделений.

Боевые машины перемещаются непосредственно за прикрываемыми подразделениями парами или отдельными машинами.

Глава 10

УПРАВЛЕНИЕ ЗЕНИТНЫМ РАКЕТНЫМ ВЗВОДОМ

§ 10.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Управление взводом заключается в целенаправленной деятельности командира взвода по поддержанию боевой готовности подразделения, подготовке его к боевым действиям и руководству им при выполнении поставленных задач.

Управление включает: поддержание постоянной боевой готовности и высокого политико-морального состояния личного состава; своевременную постановку боевых задач; твердое и непрерывное управление огнем и маневром; поддержание взаимодействия с прикрываемыми подразделениями и соседними средствами ПВО; руководство боевыми действиями взвода, контроль за выполнением поставленных задач.

Высокоманевренный характер боевых действий и резкие изменения наземной и воздушной обстановки требуют от командира взвода (расчета) устойчивого, непрерывного, оперативного и скрытого управления зенитными подразделениями.

Управление должно обеспечивать постоянную боевую готовность подразделения, высокое политико-моральное состояние личного состава, эффективное использование боевых возможностей подразделения и успешное выполнение им задач в установленные сроки и в любых условиях обстановки.

Командир взвода несет полную ответственность за боевую готовность, подготовку подчиненных ему подразделений и успешное выполнение ими боевых задач в установленные сроки, а также за политическую работу, воинскую дисциплину и политико-моральное состояние личного состава. Он должен всегда знать задачу, обстановку, состав, состояние и боевые возможности взвода, наличие ракет и боеприпасов, других материальных средств и порядок обеспечения ими в ходе боя.

В бою командир взвода обязан:

организовать разведку воздушного и наземного противника;

лично следить за изменением наземной обстановки, воздушным противником и действиями своей авиации, постоянно оценивать

воздушную обстановку и немедленно докладывать вышестоящему командиру (начальнику) о вновь появившихся целях;

своевременно принимать решения, ставить задачи подчиненным и настойчиво добиваться их выполнения;

организовывать и проводить мероприятия по политической работе;

умело использовать вооружение, боевую и другую технику;

управлять огнем и поддерживать взаимодействие с прикрываемыми подразделениями и соседними средствами ПВО;

принимать меры по своевременному обеспечению подразделения всем необходимым для боя.

Командир взвода управляет взводом путем отдачи устных боевых приказов, распоряжений по радио, а также командами и сигналами.

Приказы, распоряжения и команды должны отдаваться кратко и предельно ясно.

§ 10.2. РАБОТА КОМАНДИРА ВЗВОДА ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

Работа командира взвода при организации боевых действий зависит от конкретной обстановки, полученной задачи, наличия времени и может проводиться параллельным или последовательным методом.

Параллельный метод является основным методом работы командиров по организации боевых действий. Он в наибольшей степени отвечает характеру современного боя, когда на принятие решения, планирование боевых действий и постановку задач командиры будут иметь строго ограниченное время.

Сущность параллельного метода работы заключается в том, что командиры подчиненных подразделений приступают к принятию решений и планированию боевых действий на основе предварительных боевых распоряжений, отдаваемых старшим начальником после определения им замысла действий, до получения боевого приказа (боевого распоряжения) и всю работу по организации боевых действий проводят одновременно со старшей инстанцией, не ожидая полного завершения планирования в вышестоящих штабах.

Этот метод позволяет значительно сократить сроки планирования и организации боевых действий и предоставить подчиненным необходимое время на подготовку к выполнению поставленных задач.

Последовательный метод работы применяется в том случае, когда командиры располагают достаточным временем на организацию боевых действий. Сущность этого метода заключается в том, что подчиненные командиры включаются в работу по принятию решений и постановке задач по мере завершения этой работы в вышестоящем штабе.

С получением боевого приказа (боевого распоряжения) работа командира по организации боевых действий осуществляется в той же последовательности, что и при параллельном методе, но с той разницей, что после уяснения задачи подразделениям отдаются предварительные распоряжения, в которых не раскрываются замысел и сроки начала предстоящих боевых действий. Кроме того, боевая задача при этом методе доводится до подразделений боевым приказом (боевым распоряжением) после завершения командиром работы по принятию решения.

Во всех случаях всю работу по организации боевых действий командир должен проводить так, чтобы закончить ее своевременно и предоставить личному составу максимум времени для подготовки к предстоящим действиям.

Получив боевую задачу, командир взвода обязан: уяснить полученную задачу; определить мероприятия, которые необходимо провести немедленно, и произвести расчет времени; отдать при необходимости предварительное распоряжение по подготовке взвода к боевым действиям; оценить обстановку; принять решение; отдать устный боевой приказ; организовать взаимодействие; дать указания по обеспечению боевых действий и определить мероприятия по политической работе; проверить готовность взвода к выполнению поставленной задачи и доложить о готовности непосредственному начальнику.

Уяснение боевой задачи — это изучение замысла старшего начальника на бой и содержания полученной боевой задачи своего подразделения.

При уяснении полученной задачи командир взвода должен понять задачу прикрываемого подразделения, задачу взвода (кого, где и когда прикрывать), порядок ведения разведки, огня и взаимодействия.

В результате уяснения боевой задачи делаются выводы о месте и роли взвода в выполнении задачи вышестоящей инстанции, о наличии времени на подготовку боя и определяются, какие предварительные распоряжения и когда отдать подчиненным, как организовать дальнейшую работу по принятию решения и подготовку к бою.

После уяснения боевой задачи командир взвода определяет мероприятия, которые необходимо провести немедленно (подготовка вооружения и техники к боевым действиям, пополнение запасов материально-технических средств и др.), и производит расчет времени.

Исходными данными при расчете времени являются время получения боевой задачи и время готовности к ее выполнению. Исходя из наличия времени, командир взвода определяет сроки выполнения основных мероприятий по подготовке к боевым действиям.

Предварительное распоряжение отдается командиром взвода для своевременного ориентирования подчиненных о предстоящих боевых действиях, а также для предоставления им большего вре-

мени для подготовки личного состава, боевой техники и вооружения к боевым действиям. В нем обычно указываются характер задачи (наступление, оборона, марш и т. д.), кому, к какому времени и что выполнить, когда будет поставлена боевая задача.

Оценка обстановки — это процесс изучения и анализ факторов и условий, влияющих на выполнение задачи и достижение цели боя. Она проводится командирами в целях принятия решения при подготовке боя и в ходе боевых действий.

При оценке обстановки командир взвода обязан изучить: положение и возможный характер действий противника и его средств воздушного нападения (типы самолетов, вертолетов и крылатых ракет, наиболее вероятные направления, высоты и скорости их полета, тактические приемы при нанесении ударов по прикрываемым подразделениям и объектам, способы постановки помех и степень влияния их на работу РЭС, применение противорадиолокационных ракет); состояние и боевые возможности взвода; положение и задачи прикрываемых подразделений, соседних зенитных подразделений и порядок взаимодействия с ними; радиационную, химическую и бактериологическую (биологическую) обстановку; характер местности (выгодные направления для действий воздушного противника, естественные и искусственные препятствия, условия наблюдения, ведения разведки и огня, защитные и маскирующие свойства); влияние погоды, времени года и суток на боевые действия взвода.

В результате уяснения задачи и оценки обстановки командир взвода принимает **решение,** в котором определяет:

боевой порядок взвода и способы занятия стартовой позиции;

боевые задачи расчетам;

ответственные секторы и порядок ведения разведки и огня;

организацию управления и взаимодействия с прикрываемыми подразделениями и соседями;

мероприятия по защите от помех, оружия массового поражения, по охране и обороне стартовой позиции;

мероприятия по всестороннему обеспечению боевых действий;

задачи по политической работе.

В устном боевом приказе командир взвода указывает: ориентиры на местности; краткие сведения о противнике и действиях его средств воздушного нападения; задачу прикрываемого подразделения; положение и задачи соседних зенитных подразделений; задачу взвода и порядок ее выполнения; задачу расчетам; стартовую позицию, порядок ее подготовки и занятия; время готовности к выполнению задач, сигналы взаимодействия и управления; заместителя.

Задачи по политической работе и обеспечению боевых действий доводятся до подчиненных отдельными указаниями по мере необходимости.

В ходе боевых действий командир взвода ставит задачи **боевыми распоряжениями,** в которых обычно указывает: краткие сведения о противнике; боевую задачу взвода; время готовности.

После постановки задач командир взвода контролирует их выполнение подчиненными.

При организации взаимодействия между боевыми машинами командир взвода определяет взаимное расположение элементов боевого порядка на стартовой позиции, указывает места расположения боевых машин их командирам и доводит до них сигналы управления, оповещения и опознавания своих самолетов (вертолетов), ответственные секторы, степени готовности и порядок ведения огня.

При организации взаимодействия с прикрываемыми подразделениями командир взвода уточняет его действия по задачам, месту и времени; время и порядок занятия взводом места в боевом или походном порядке прикрываемых подразделений; средства и порядок поддержания связи; сигналы управления и взаимодействия.

Для осуществления взаимодействия с авиацией командир взвода доводит до всего личного состава время, высоту и направление полета своих самолетов, зоны дежурства в воздухе своих истребителей, действующие сигналы опознавания и запрещения ведения огня. В ходе боевых действий он уточняет эти сведения по мере их получения от старшего начальника и доводит до подчиненных.

Командир боевой машины несет ответственность за ее состояние, боевую готовность, действия расчета и точное выполнение поставленных задач. Получив задачу (команду), уясняет характер действий наземного и воздушного противника, свою боевую задачу, порядок и сроки ее выполнения и ставит задачу подчиненным.

При постановке задачи командир боевой машины указывает: ориентиры, краткие сведения о противнике; задачу взвода, боевой машины, время и степень готовности; сигналы управления, оповещения, взаимодействия, опознавания и порядок действий по ним. При необходимости командир боевой машины ставит задачи отдельным номерам расчета.

Для обеспечения управления боевыми действиями во взводе ведется рабочая карта командира.

На **рабочую карту командира взвода** наносятся: положение наземного противника, посадочные площадки вертолетов, вероятные направления налета воздушного противника и рубежи действий вертолетов огневой поддержки, штурмовиков и постановщиков помех, рубежи пуска ПРР; положение и задачи прикрываемого подразделения; основная и запасные стартовые позиции; маршруты движения (доставки ракет); ответственный сектор; коридор пролета и зона дежурства своей авиации; стартовые (огневые) позиции ближайших зенитных подразделений; места расположения командного (командно-наблюдательного) пункта старшего начальника; маршруты выдвижения, сроки готовности, позывные радиостанций и должностных лиц, сигналы управления, оповещения и взаимодействия.

Командир взвода управляет боевыми действиями с одной из

боевых машин взвода, используемой в качестве взводного командирского пункта (ВКП).

В ходе боя командир взвода ведет непрерывную разведку наземного и воздушного противника, следит за действиями прикрываемых подразделений, руководит перемещением боевых машин, подготовкой стрельбы и управляет их огнем, информирует подчиненных о воздушной обстановке, обеспечивает безопасность пролета своих самолетов (вертолетов), докладывает старшему начальнику о выполнении поставленных задач и состоянии взвода.

Управление огнем имеет целью обеспечить наиболее полное использование огневых возможностей взвода при отражении налета воздушного противника. Оно начинается после получения первых сведений о воздушном противнике или с момента перехода в готовность № 1 и включает: уяснение огневой задачи; оценку воздушной обстановки, огневых возможностей своих средств и средств соседей; принятие решения на ведение огня; постановку огневых задач подчиненным и контроль за их выполнением; регулирование расхода ракет; оценку результатов боя и доклад командиру батареи.

Перевод взвода в готовность № 1 осуществляется самостоятельно с началом активных боевых действий наземных войск или после вскрытия начала налета воздушного противника, а также по приказу старшего начальника.

При обнаружении цели (целей) и отсутствии целеуказания от командира батареи командир взвода принимает решение на уничтожение цели (целей) самостоятельно с докладом об этом старшему начальнику.

Отсутствие целеуказания не снимает ответственности с командира взвода за пропуск цели в зоне поражения подразделения.

Постановку огневой задачи командир взвода осуществляет целеуказанием или назначением ответственного сектора. Целеуказанием огневая задача, как правило, ставится на одну стрельбу, после которой возможно указание целей, на которые огонь переносится.

При постановке огневых задач командир взвода указывает боевую машину, назначаемую для стрельбы, ориентир, назначает количество ракет и подает команду на ее уничтожение.

Контроль за выполнением огневых задач осуществляется оценкой результатов стрельбы путем визуального наблюдения за воздушным противником. О результатах боевых действий, расходе ракет, положении и состоянии взвода командир докладывает на батарейный командирский пункт.

Во всех видах действий командир взвода (боевой машины) должен обеспечивать безопасность полетов своих самолетов и вертолетов в зоне поражения ЗРК. Это достигается: умением личного состава опознавать свои самолеты и вертолеты с помощью аппаратуры опознавания, по отличительным признакам и характеру действий при пролете через зону поражения; твердым знанием сигналов и установленного порядка взаимодействия с истребитель-

ной авиацией; знанием сигналов опознавания; непрерывным визуальным наблюдением за положением своих самолетов; немедленным докладом на командный (командирский) пункт о появлении своих самолетов в непосредственной близости от цели, назначаемой для обстрела.

§ 10.3. ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ

Связь во взводе организуется в соответствии с указаниями командира батареи. Она должна обеспечивать получение от командира батареи команд управления и целеуказания, сигналов предупреждения о своих самолетах и вертолетах, оповещение о наземном противнике, радиоактивном, химическом и биологическом (бактериологическом) заражении и передачу ему донесений, передачу команд подчиненным боевым машинам и прием от них донесений.

Для обеспечения управления во взводе применяются радио- и сигнальные средства. Основными средствами связи являются радиосредства.

Радиосвязь и связь сигнальными средствами применяются в наступлении, в обороне, на марше, на месте и в движении.

Радиосвязь командира взвода с командиром батареи обеспечивается по радиосети управления командира батареи.

Во взводе организуется радиосеть управления командира взвода в составе радиостанций командира взвода и подчиненных боевых машин.

Радиостанция командира взвода должна быть настроена на частоту радиосети управления командира батареи, а управление боевыми машинами осуществляется на частоте радиосети управления командира взвода после перестройки радиостанции (рис. 10.1).

Во всех видах боевых действий во взводе должны строго соблюдаться требования скрытого управления и дисциплины связи. Это достигается соблюдением правил и порядка ведения переговоров по техническим средствам связи, применением таблиц сигналов, позывных радиостанций и должностных лиц, а также рабочих кодированных карт.

Во всех случаях открытой передачи номера и наименования частей (подразделений), звания и фамилии должностных лиц передаются по позывным, а координаты пунктов местности кодируются. Координаты воздушных целей и своих самолетов передаются по кодированным квадратам сетки целеуказания или по ориентирам.

За организацию и работу связи во взводе отвечает командир взвода. Он руководит работой командиров боевых машин. При постановке боевой задачи командир взвода указывает порядок организации радиосвязи, сообщает радиоданные, позывные должностных лиц, сигналы управления, оповещения, опознавания и порядок действий по ним.

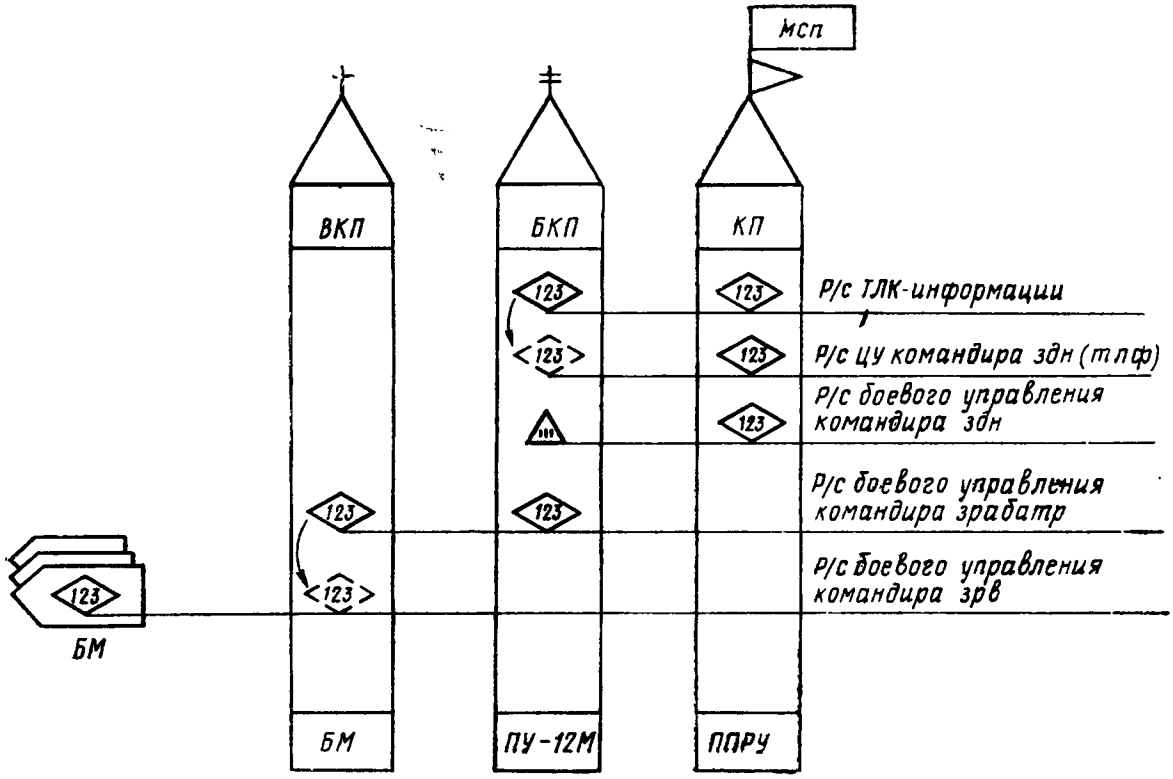


Рис. 10.1. Схема радиосвязи взвода

На основе полученных указаний командиры боевых машин обязаны настроить радиостанции на заданные частоты, довести до расчетов позывные радиостанций и должностных лиц, проверить связь с командиром взвода (батареи).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Раздел I. **Техническая подготовка** 3

Глава 1. Общие сведения о зенитном ракетном комплексе «Стрела-10» —

§ 1.1. Назначение, состав и тактико-технические характеристики комплекса . . . . . —
§ 1.2. Краткая характеристика элементов комплекса 4
§ 1.3. Принцип действия комплекса «Стрела-10» 10

Глава 2. Зенитные управляемые ракеты, используемые в комплексе . 12

§ 2.1. Общие сведения о ЗУР . . . . . —
§ 2.2. Зенитные управляемые ракеты 9М37 и 9М37М 15
§ 2.3. Зенитная управляемая ракета 9М31М 41

Глава 3. Боевая машина 9А35М (9А34М) 44

§ 3.1. Назначение и состав боевой машины . . . . . —
§ 3.2. Пусковая установка 45
§ 3.3. Базовая машина 47

Глава 4. Аппаратура боевой машины 57

§ 4.1. Аппаратура запуска 9В385М . . . . . —
§ 4.2. Аппаратура оценки зоны 9С86 73
§ 4.3. Электрический привод пусковой установки 87
§ 4.4. Пассивный радиопеленгатор 9С16 95
§ 4.5. Наземный радиолокационный запросчик 1РЛ246-10 . . . 110
§ 4.6. Средства прицеливания 117
§ 4.7. Навигационная аппаратура 120
§ 4.8. Средства связи 126
§ 4.9. Система электропитания 129

Глава 5. Техническое обслуживание боевых машин 132

§ 5.1. Виды и периодичность технического обслуживания . . . —
§ 5.2. Организация хранения комплекса 134

Раздел II. **Огневая подготовка (боевая работа)** 136

Глава 6. Ракетно-стрелковая терминология . . . . . —

§ 6.1. Мера углов, применяемая в ракетных комплексах . . . —
§ 6.2. Системы координат. Параметры движения воздушной цели . 138
§ 6.3. Методы наведения ракет 142
§ 6.4. Зоны поражения и пуска 146

Глава 7. Огневая подготовка (боевая работа) подразделения . . . 150

§ 7.1. Общие положения . . . . . —
§ 7.2. Подготовка подразделения к стрельбе. Степени боевой готовности 152

Стр.

§ 7.3. Подготовка стрельбы. Боевая работа при обстреле воздушных целей 155
§ 7.4. Стрельба по воздушным целям в движении 161
§ 7.5. Стрельба в условиях оптико-электронного противодействия . 162
§ 7.6. Управление огнем 164

Глава 8. Методика организации и проведения занятий по боевой работе 168

§ 8.1. Порядок подготовки к занятиям . . . . . —
§ 8.2. Методика тренировки операторов с помощью тренировочных средств 171

Раздел III. **Тактическая подготовка** 174

Глава 9. Боевое применение зенитного ракетного взвода . . . . —
§ 9.1. Назначение и организационная структура зенитного ракетного взвода . . . . . —
§ 9.2. Построение боевого порядка 175
§ 9.3. Боевые действия зенитного ракетного взвода в наступлении . 178
§ 9.4. Боевые действия зенитного ракетного взвода в обороне . 183
§ 9.5. Боевые действия на марше 188
§ 9.6. Боевые действия в особых условиях 192

Глава 10. Управление зенитным ракетным взводом 198

§ 10.1. Общие положения . . . . . —
§ 10.2. Работа командира взвода при организации боевых действий 199
§ 10.3. Организация связи 204

Технический редактор *А. П. Бабина*
Корректор *О. И. Лыкова*

Сдано в набор 12.04.90. Подписано в печать 20.11.90
Формат 60×90/16. Печ. л. 13. Усл. печ. л. 13. Усл. кр.-отт. 13,06.
Изд. № 13/8996с Зак. 2331с